

GEODETSKI VESTNIK

UDK 528=863
ISSN 0351-0271
EISSN 1581-1328



Letnik 65, št. 3, str. 349–500, Ljubljana, september 2021. Izidejo štiri številke na leto.
Naklada te številke: 1200 izvodov.

Prosto dostopno na spletnem naslovu: <http://www.geodetski-vestnik.com>.

Vol. 65, No. 3, pp. 349–500 Ljubljana, Slovenia, September 2021. Issued four times a year.
Circulation: 1,200 copies.

Free on-line access at <http://www.geodetski-vestnik.com>.

IF JCR (2020): 0,551

IF SNIP (2020): 0,417



*Geodetski vestnik je odprtodostopna revija.
Recenzirani objavljeni članki so indeksirani in povzeti v:
Social Sciences Citation Index (SSCI)
Social Scisearch (SSS) in
Journal Citation Reports/Social Sciences Edition (JCR/SSE)*

*Geodetski vestnik is an open access journal.
The reviewed papers are indexed and abstracted in:
Social Sciences Citation Index (SSCI)
Social Scisearch (SSS) and
Journal Citation Reports/ Social Sciences Edition (JCR/SSE)*

Geodetski vestnik je indeksiran in povzet tudi v bibliografskih zbirkah:
GEOBASE(TM), ICONDA – International Construction Database, DOAJ
– Directory of Open Access Journals, SCOPUS, COBISS, Civil Engineering
Abstracts, GeoRef, CSA Aerospace & High Technology Database, Electronics
and Communications Abstracts, Materials Business File, Solid State and
Superconductivity Abstracts, Computer and Information Systems,
Mechanical & Transportation Engineering Abstracts,
Water Resources Abstracts, Environmental Sciences

Indexed and abstracted is also in those bibliographic data bases:
GEOBASE(TM), ICONDA – International Construction Database, DOAJ
– Directory of Open Access Journals, SCOPUS, COBISS, Civil Engineering
Abstracts, GeoRef, CSA Aerospace & High Technology Database, Electronics
and Communications Abstracts, Materials Business File, Solid State and
Superconductivity Abstracts, Computer and Information Systems,
Mechanical & Transportation Engineering Abstracts,
Water Resources Abstracts, Environmental Sciences

Izdajanje Geodetskega vestnika sofinancira:
Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

Geodetski vestnik is partly subsidized by the Slovenian Research
Agency.

Geodetski vestnik je vpisan v razvid medijev na
Ministrstvu za kulturo Republike Slovenije pod zaporedno številko 526.

Geodetski vestnik is entered in the mass media register at the Ministry
of Culture of the Republic of Slovenia under No. 526.

GLAVNA IN ODGOVORNA UREDNICA

dr. Anka Lisec

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

Tel.: +386 1 4768 560

e-naslov: urednik@geodetski-vestnik.com

PODROČNI UREDNIKI

Sandi Berk, urednik rubrike *strokovne razprave*

dr. Božo Koler, področni urednik za *inženirsko geodezijo*

dr. Mojca Kosmatin Fras, področna urednica za *fotogrametrijo*

dr. Klemen Kregar, področni urednik za *geodezijo*

dr. Božena Lipej, področna urednica za *upravljanje in evidentiranje nepremičnin*

dr. Krištof Oštir, področni urednik za *daljinsko zaznavanje in geoinformatiko*

dr. Bojan Stopar, področni urednik za *satelitsko geodezijo in geofiziko*

dr. Alma Zavodnik Lamovšek, področna urednica za *načrtovanje in urejanje prostora*

MEDNARODNI UREDNIŠKI ODBOR

dr. Ivan R. Aleksić (Univerza v Beogradu, Gradbena fakulteta, Beograd, Srbija)

dr. Janja Avbelj (Eumetsat, Darmstadt, Nemčija)

dr. Branislav Bajat (Univerza v Beogradu, Gradbena fakulteta, Beograd, Srbija)

dr. Tomislav Bašić (Univerza v Zagrebu, Fakulteta za geodezijo, Zagreb, Hrvaška)

dr. Giuseppe Borruso (Univerza v Trstu, DEAMS, Trst, Italija)

Miran Brumec (Inženirska zbornica Slovenije)

dr. Raffaella Cefalo (Univerza v Trstu, Oddelek za inženirstvo in arhitekturo, Trst, Italija)

dr. Vlado Cetl (EK, Skupno raziskovalno središče, Ispra, Italija)

dr. Joep Cromptvoets (KU Leuven, Public Governance Institute, Leuven, Belgija)

dr. Marjan Čeh (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

dr. Walter Timo de Vries (Tehniška univerza München, München, Nemčija)

dr. Urška Demšar (Univerza St. Andrews, Velika Britanija)

dr. Samo Drobne (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

mag. Erna Flogje Dolinar (Geodetska uprava RS, Ljubljana, Slovenija)

dr. Thomas Kalbro (Kraljevi inštitut KTH, Stockholm, Švedska)

dr. Dušan Kogoj (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

dr. Žiga Kokalj (ZRC SAZU, Inštitut za antropološke in prostorske študije, Ljubljana, Slovenija)

dr. Miran Kuhar (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

dr. Reinfried Mansberger (Univerza za naravoslovne in biotehniške vede, IVFL, Dunaj, Avstrija)

dr. Leiv Bjarte Mjøs (Visoka šola v Bergnu, Bergen, Norveška)

dr. Gerhard Navratil (Tehniška univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija)

Tomaž Petek (Geodetska uprava RS, Ljubljana, Slovenija)

dr. Dušan Petrovič (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

dr. Alenka Poplin (Iowa State University, College of Design, Ames, Iowa, ZDA)

dr. Andrea Pődör (Univerza Óbuda, Székesfehérvár, Madžarska)

dr. Anton Prosen (Ljubljana, Slovenija)

dr. Dalibor Radovan (Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija)

dr. Fabio Remondino (Fondazione Bruno Kessler, 3DOM, Trento, Italija)

dr. Miodrag Roić (Univerza v Zagrebu, Fakulteta za geodezijo, Zagreb, Hrvaška)

dr. Balázs Székely (Univerza Eötvösa Loránd, Budimpešta, Madžarska)

dr. Bojan Šavrič (ESRI Ltd, Redlands, Kalifornija, ZDA)

dr. Maruška Šubic Kovač (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

dr. Joc Triglav (Geodetska uprava RS, Murska Sobota, Slovenija)

dr. Mihaela Triglav Čekada (Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija)

dr. Arvo Vitikainen (Univerza, Aalto, Finska)

dr. John C. Weber (Grand Valley State College, Department of Geology, Allendale, Michigan, ZDA)

dr. Klemen Zakšek (Rosen Group, Lingen, Nemčija)

EDITOR-IN-CHIEF**Anka Lisec, Ph.D.**

University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia
 Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia
 Phone: +386 1 4768 560
 E-mail: editor@geodetski-vestnik.com

FIELD AND SUB-FIELD EDITORS

Sandi Berk, editor for the section Professional Discussions
Božo Koler, Ph.D., field editor for Engineering Geodesy
Moja Kosmatin Fras, Ph.D., field editor for Photogrammetry
Klemen Kregar, Ph.D., field editor for Surveying
Božena Lipej, Ph.D., field editor for Real Estate Management and Recording
Krištof Oštir, Ph.D., field editor for Remote Sensing and Geoinformatics
Bojan Stopar, Ph.D., field editor for Satellite Geodesy and Geophysics
Alma Zavodnik Lamovšek, Ph.D., field editor for Spatial Planning

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Ivan R. Aleksić, Ph.D. (University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Belgrade, Serbia)
Janja Avblej, Ph.D. (Eumetsat, Darmstadt, Germany)
Branislav Bajat, Ph.D. (University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Belgrade, Serbia)
Tomislav Bašić, Ph.D. (University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Zagreb, Croatia)
Giuseppe Borruso, Ph.D. (University of Trieste, DEAMS, Trieste, Italy)
Miran Brumec (Slovenian Chamber of Engineers)
Raffaella Cefalo, Ph.D. (University of Trieste, Department of Engineering and Architecture, Trieste, Italy)
Vlado Cetl, Ph.D. (EC, Joint Research Centre, Ispra, Italy)
dr. Joep Cromptoets (KU Leuven, Public Governance Institute, Leuven, Belgium)
Marjan Čeh, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)
Walter Timo de Vries, Ph.D. (Technical University of Munich, München, Germany)
Urška Demšar, Ph.D. (University of St. Andrews, St. Andrews, Scotland, United Kingdom)
Samo Drobne, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)
Erna Flogie Dolinar, M.Sc. (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)
Thomas Kalbro, Ph.D. (Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden)
Dušan Kogoj, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)
Žiga Kokalj, Ph.D. (ZRC SAZU, Institute of Anthropological and Spatial Studies, Slovenia)
Miran Kuhar, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)
Reinfried Mansberger, Ph.D. (University of Natural Resources and Life Sciences, IVFL, Vienna, Austria)
Leiv Bjarte Mjøs, Ph.D. (Bergen University College, Bergen, Norway)
Gerhard Navratil, Ph.D. (Vienna Technical University, Vienna, Austria)
Tomaž Petek (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia)
Dušan Petrovič, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)
Alenka Poplin, Ph.D. (Iowa State University, College of Design, Ames, Iowa, USA)
Andrea Pódór, Ph.D. (Óbuda University, Székesfehérvár, Hungary)
Anton Prosen, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)
Dalibor Radovan, Ph.D. (Geodetic Institute of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)
Fabio Remondino, Ph.D. (Fondazione Bruno Kessler, 3DOM, Trento, Italy)
Miodrag Roić, Ph.D. (University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Zagreb, Croatia)
Balázs Székely, Ph.D. (Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary)
Bojan Šavrič, Ph.D. (ESRI Ltd, Redlands, California, USA)
Maruška Šubic Kovač, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)
Joc Triglav, Ph.D. (Surveying and Mapping Authority, Murska Sobota, Slovenia)
Mihaela Triglav Čekada, Ph.D. (Geodetic Institute of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)
Arvo Vitikainen, Ph.D. (Alto University, Finland)
John C. Weber, Ph.D. (Grand Valley State College, Department of Geology, Allendale, Michigan, USA)
Klemen Zakšek, Ph.D. (Rosen Group, Lingen, Nemčija)

IZDAJATELJ

Zveza geodetov Slovenije

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

e-naslov: info@geodetski-vestnik.com

IZDAJATELJSKI SVET

mag. Gregor Klemenčič, predsednik *Zveza geodetov Slovenije*

mag. Erna Flogie Dolinar, *Zveza geodetov Slovenije*

dr. Anka Lisec, *glavna in odgovorna urednica*

Sandi Berk, *urejanje rubrike Strokovne razprave*

dr. Mojca Foški, *tehnično urejanje in oblikovanje*

TEHNIČNO UREJANJE IN OBLIKOVANJE

dr. Mojca Foški, e-naslov: mojca.foski@fgg.uni-lj.si

Barbara Trobec, e-naslov: barbara.trobec@fgg.uni-lj.si

dr. Teja Koler Povh, e-naslov: teja.povh@fgg.uni-lj.si

LEKTORIRANJE

Manica Baša

UREJANJE SPLETNIH STRANI

dr. Klemen Kozmus Trajkovski

e-naslov: web@geodetski-vestnik.com

TISK

SIMPRO d.o.o., Brezovica

DISTRIBUCIJA

mag. Janez Goršič, e-naslov: janez.gorsic@fgg.uni-lj.si

TRŽENJE (OGLASNO TRŽENJE)

Zveza geodetov Slovenije

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: zveza.geodetov.slovenije@gmail.com

NAVODILA AVTORJEM

<http://www.geodetski-vestnik.com>

PUBLISHER

Association of Surveyors of Slovenia

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

e-mail: info@geodetski-vestnik.com

PUBLISHING COUNCIL

Gregor Klemenčič M.Sc, president and Erna Flogie Dolinar,

M.Sc., *the Association of Surveyors of Slovenia*

Anka Lisec, Ph.D., *editor-in-chief*

Sandi Berk, *editor of the section Professional Discussions*

Mojca Foški, Ph.D., *technical editor and design*

TECHNICAL EDITOR AND DESIGN

Mojca Foški, Ph.D., e-mail: mojca.foski@fgg.uni-lj.si

Barbara Trobec, e-mail: barbara.trobec@fgg.uni-lj.si

Teja Koler Povh, Ph.D., e-mail: teja.povh@fgg.uni-lj.si

SLOVENE PROOFREADING

Manica Baša

WEB PAGE EDITING

Klemen Kozmus Trajkovski, Ph.D.

e-mail: web@geodetski-vestnik.com

PRINT

SIMPRO d.o.o., Brezovica

DISTRIBUTION

Janez Goršič, M.Sc., e-mail: janez.gorsic@fgg.uni-lj.si

MARKETING (ADVERTISING)

Association of Surveyors of Slovenia

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

e-mail: zveza.geodetov.slovenije@gmail.com

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

<http://www.geodetski-vestnik.com>

VSEBINA CONTENTS

UVODNIK | EDITORIAL

<i>Anka Lisec</i>	ODPRTA ZNANOST OPEN SCIENCE	355
<i>Gregor Klemenčič</i>	STROKI NJENO MESTO GIVE THE PROFESSION ITS DUE	358

RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

<i>Sandi Berk, Klemen Medved</i>	TRANSFORMACIJE MED SLOVENSKIMI IN MEDNARODNIMI TERESTRIČNIMI REFERENČNIMI SESTAVI TRANSFORMATIONS BETWEEN THE SLOVENIAN AND INTERNATIONAL TERRESTRIAL REFERENCE FRAMES	361
<i>Martina Rakuša, Anka Lisec, Joc Triglav, Marjan Čeb</i>	INTEGRACIJA ZEMLJIŠKEGA KATASTRA S PODATKI PROSTORSKIH AKTOV INTEGRATION OF LAND CADASTRE WITH SPATIAL PLAN DATA	385
<i>Mihaela Triglav Čekada, Dalibor Radovan</i>	PRIPRAVLJENOST PROSTOVOLJCEV ZA SPOROČANJE SPREMEMB NA TOPOGRAFSKIH KARTAH THE WILLINGNESS OF VOLUNTEERS TO REPORT CHANGES ON TOPOGRAPHIC MAPS	400
<i>Bianca Mitrićă, Radu Săgeată, Irena Mocanu, Ines Grigorescu, Monica Dumitraşcu</i>	KONKURENČNOST IN KOHEZIJA V REGIONALNEM RAZVOJU ROMUNIJE: TERITORIALNI PRISTOP COMPETITIVENESS AND COHESION IN ROMANIA'S REGIONAL DEVELOPMENT: A TERRITORIAL APPROACH	440
<i>Sid Ahmed Medjahed, Abdelhalim Niati, Noureddine Kheloufi, Habib Taïbi</i>	UPORABA VARIACIJ POSPEŠKA ZARADI VPLIVA LUNE IN SONCA PRI IZRAČUNU TIRNIC SATELITOV GLONASS IMPLEMENTATION OF THE VARIATION OF THE LUNI-SOLAR ACCELERATION INTO GLONASS ORBIT CALCULUS	459

STROKOVNE RAZPRAVE | PROFESSIONAL DISCUSSIONS

<i>Mihaela Triglav Čekada</i>	473
RAPALSKI MEJNIKI V KNJIGI: MEJA NA RAZVODNICI	
RAPALLO BOUNDARY STONES IN A BOOK: THE BORDER AT THE WATERSHED	

NOVICE IZ STROKE | NEWS FROM THE FIELD

DRUŠTVENE NOVICE | NEWS FROM SOCIETIES

RAZNO | MISCELLANEOUS

DIPLOMA IN MAGISTERIJA NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG, OD 1. 5. 2021 DO 31. 7. 2021

SPONZORJI GEODETSKEGA DNE

Slike na naslovnici:

Integracija mobilnega laserskega sistema (MLS) in aerolaserskega sistema (ALS) ter slikovnih senzorjev za celovito predstavitev izbranega območja. Na slikah je prikazan združen MLS in ALS oblak točk (klasificiran in obarvan oblak točk), popolni ortofoto ter sferični posnetki območja.

Avtor slik: Aleksandar Šašić Kežul, Flycom Technologies d.o.o.

ODPRTA ZNANOST OPEN SCIENCE

*Anka Lisec**glavna in odgovorna urednica | Editor-in-chief*

Ob prebiranju prispevkov septembrske številke in pod vtisom zanimivih predavanj na nedavnih strokovnih dogodkih tako na mednarodni ravni kot v Sloveniji, o katerih poročamo v tej številki, ne moremo mimo izjemnih znanstvenih in raziskovalnih dosežkov na širšem področju geodezije in geoinformatike. Izredno hiter tehnološki razvoj že danes močno vpliva na naše delo. So pa razprave na navedenih dogodkih pokazale, da smo do inovativnih rešitev pogosto precej zadržani in veliko je dvomov, ali se bodo raziskovalni dosežki uvedli v praksi.

Z izzivi prenosa znanstvenih dosežkov v prakso se srečujejo na mnogih področjih, ne le v geodeziji in geoinformatiki. Problem vrzeli med znanstveno–raziskovalno sfero na eni strani ter gospodarstvom, javno upravo in širšo družbo na drugi strani posebej naslavlja tudi Evropska komisija. Tako se v novi finančni perspektivi (2021–2027) uvaja za mnoge raziskovalne projekte koncept odprte znanosti (angl. *open science*), ki jo v njenem osnovnem poslanstvu pravzaprav že dobro poznamo.

Ideja deliti znanstvene dosežke s strokovno in širšo javnostjo je zelo stara in je povezana s prvimi objavami znanstvenih dosežkov za širšo strokovno in siceršnjo javnost. Pomemben napredek na tem področju je prinesla informacijska revolucija, ki je povsem spremenila dostop do znanja. Včasih je bilo znanje dostopno le redkim izbrancem iz višjih družbenih slojev, danes pa sta vstop na univerze in pridobivanje znanja omogočena vsem. Poleg znanja, ki ga pridobimo v izobraževalnih institucijah, so danes velike količine znanja (in neznanja) prosto dostopne tudi na svetovnem spletu. Slednje sicer zahteva izredno kritično presojo, a o tej izredno aktualni tematiki tu ne bomo razpravljali, saj bi lahko napisali cel roman.

Toda koncept odprte znanosti se spreminja. Še pred desetletjem je bil poudarek predvsem na »odprto dostopnih« objavah znanstvenih dosežkov. Danes je ideja odprte znanosti omogočiti, da so znanstveni dosežki, raziskovalni podatki in dognanja odprto dostopni in hkrati zanesljivi, ob tem pa se spodbuja aktivno sodelovanje vseh deležnikov.

S spodbujanjem znanosti, da je bolj povezana z družbenimi potrebami, je odprta znanost lahko prava rešitev pri premoščanju vrzeli v znanosti, tehnologiji in inovacijah z vidika prenosa dosežkov v prakso. Tako imenovano gibanje odprte znanosti sicer izhaja iz znanstvene skupnosti, a se je zelo hitro razširilo v družbi, zato ne čudijo vse močnejši družbeni pozivi k »odpiranju vrat znanosti«. Temu pozivu se pridružujejo tako javna uprava, industrija, podjetja kot splošna javnost. Žal pa se še vedno srečujemo s težavo razumevanja

koncepta odprte znanosti v poslovnih modelih, kjer se namesto »toka znanja« poudarja »tok kapitala«. V tem smislu tudi na svetovni ravni potrebujemo strateške gospodarske, politične in družbene spremembe, ki bodo na prvo mesto postavile potrebe družbe, upoštevajoč usmeritve trajnostnega in zelenega razvoja.

Zamisli odpiranja in širjenja znanja ter grajenja tako imenovane družbe znanja sledi tudi Zveza geodetov Slovenije – naj bo prek odprto dostopnih objav v Geodetskem vestniku ali pa strokovnih dogodkov, kot so Geodetski dnevi. Zagotovo pa je še mnogo neizkoriščenih možnosti za aktivnejši dialog med raziskovalci, razvijalci, podjetniki in končnimi uporabniki naših rešitev. Verjamem, da bomo te priložnosti znali izkoristiti. Naj sklenem z mislijo vabljenega predavatelja letošnjega Geodetskega dneva dr. Joca Triglava: »Za dobre rešitve in razvoj so v prvi vrsti pomembni ljudje, čas in denar. In to natančno v tem vrstnem redu.«

While reading the contributions in the most recent issue of Geodetski vestnik and under the still fresh impression of interesting lectures at recent professional events that took place in Slovenia and abroad – many of them presented in this issue – one cannot help but admire the remarkable scientific and research results in the disciplines of surveying and geoinformatics. Extremely rapid technological development has left a deep mark on our work. In contrast, the debates held during the events mentioned above showed that we are still somehow reluctant to embrace innovative solutions; considerable doubts about how scientific achievements can be implemented into practice persist.

These challenges are found throughout the scientific landscape, not only in surveying and geoinformatics. The problematic gap between science and research on the one hand and the economy, public services and the wider public on the other has been specifically addressed by the European Commission. Thus, the next financial perspective (2021–2027) introduces a concept of open science for many research projects. This concept has been quite well-known in our fields of expertise.

Indeed, the idea of sharing scientific achievements with the professional and general public is long established, dating from the first published scientific achievements for the professional and general public. The Information Revolution profoundly changed access to knowledge and accelerated development in the field. In the past, knowledge was accessible only to a few chosen individuals from the upper classes, while university studies and knowledge are today available to everyone. Apart from the knowledge gained in educational institutions, vast amounts of knowledge (and ignorance) are freely accessible on the internet. Of course, strictly informed judgment is necessary, but we will avoid this highly relevant theme here as it might stretch this text to the length of a novel.

Nevertheless, the fact remains that the concept of open science is changing. Not a decade has passed since the main focus was on open access publications of scientific achievements. Today, the primary idea of open science is to enable freely accessible but reliable scientific achievements, research data and findings, by which the active participation of all interested parties is fostered.

With the necessity for science to better address needs in society in mind, open science can offer the right solutions to narrow the gaps between theory and practice in science, technology and innovation. The so-called open science movement was indeed born in the scientific community but has spread throughout society since. Thus, the increasingly loud calls "to open

the door to science" seem perfectly understandable. They have been repeated in public services, industries, companies, and by the general public. Unfortunately, the understanding of the open-science concept in business models remains poor, where the focus still has to shift from "money flow" to "knowledge flow". This calls for strategic, economic, political and societal changes not only locally but also globally. Here, the central importance lies in the needs of society, with due regard to the guidelines of sustainable and green development.

The Association of Surveyors of Slovenia has been actively promoting opening up and spreading knowledge and the building of the so-called society of knowledge – be it through open-access contributions in Geodetski vestnik or through expert events such as the Land Surveying Day. Undoubtedly, there are ample opportunities for a more active dialogue between researchers, developers, entrepreneurs and the end-users of our solutions. I am confident that we will be able to use them. Allow me to finish with the words of our guest lecturer at this year's Land Surveying Day, Joc Triglav, Ph.D.: "As a rule, people, time, and money are needed for good solutions and development. Precisely in this order."

STROKI NJENO MESTO GIVE THE PROFESSION ITS DUE

mag. Gregor Klemenčič

predsednik Zveze geodetov Slovenije | president of the Association of Surveyors of Slovenia

Poletje je kot vedno minilo prehitro, z njim pa tudi dopustniški čas, ki smo ga, verjamem, vsi kar najbolje izkoristili. Večina letošnjega leta je bila zaznamovana z različnimi ukrepi, ki so vplivali na delovanje družbe. Nihče od nas ne more biti imun na hitro spreminjajoče se, nepredvidljive situacije, ko se je treba v zelo kratkem času prilagoditi in predvsem spremeniti ustaljene navade. Kot posamezniki in stroka si moramo prizadevati, da se bomo iz nastalega položaja čim več naučili in izluščili čim več pozitivnega. V vsem tem času žal vse preveč energije in pesimizma namenjamo neplodnim razpravam, s katerimi si grenimo življenje in ustvarjamo negativizem v družbi. K temu seveda največ pripomorejo mediji, ko v že tako vročem ozračju s poplavo predvsem rumenih informacij dodatno poslabšujejo stanje v družbi.

Ob vsem tem stroka marsikdaj ostane neslišana in izgublja svoje pravo mesto, saj se v količini različnih informacij in spletne komunikacije brez pravega nadzora odmikamo od strokovnih dejstev, ki so edina prava. Dejstvo je, da je razvoj posamezne družbe odvisen od položaja, ki ga v njej zaseda stroka. Ne glede na politični razvoj in ureditvene sisteme je ključnega pomena, da se odločitve sprejemajo na podlagi strokovnih norm. Vsaka stroka se po svoje bori, da je slišana in upoštevana.

Geodeti pri tem nismo nobena izjema, čeprav bi morala imeti ravno geodetska stroka s svojimi znanji veliko pomembnejšo vlogo v družbi. Okolje in prostor sta namreč komponenti, ki bistveno vplivata na vsakega od nas in družbo kot celoto. Prostorske in okoljske evidence so osnova vsem posegom v okolju in prostoru. Napačne odločitve, ki temeljijo na neverodostojnih podatkih, imajo lahko nepopravljive posledice. To se vse bolj in bolj kaže na področju okolja. Geodetska stroka ima temelj v prostorskih evidencah, velikokrat pa pozabljamo na okoljske vsebine in evidence. To področje je zagotovo velika in neizkoriščena priložnost, ki se je zaveda tudi naše resorno ministrstvo. Pomanjkljive in nesistematično urejene okoljske evidence so velik izziv, v katerega bi bilo treba zagristi sistematično in v okviru celovitega projekta. Po mojem prepričanju je v geodetski stroki dovolj tudi okoljskega znanja, da bomo pomemben soustvarjalec na tem področju. Izkušnje in znanja pri urejanju nepremičninskih evidenc bodo zlata vredne. Interdisciplinarno znanje, ki ga imamo geodeti, je naš velik kapital, zato si moramo prizadevati, da ga izkoristimo. Geodeti smo zaposleni na zelo različnih področjih dela, kar potrjuje, da imamo širino. Najbrž pa nam manjka nekoliko prodornosti in samozavesti, da želimo in smo sposobni še več.

Letošnji 49. Geodetski dan je za nami. Žal brez pomembnega dela, druženja v živo, ki bi poleg zelo bogatega in vsebinsko pomembnega programa dogodek še obogatil in mu dal večjo težo. Kljub temu smo lahko z izvedbo zelo zadovoljni, predvsem vsebinsko, v danih razmerah pa tudi organizacijsko. Naj

se tu še enkrat zahvalim programskemu in organizacijskemu odboru. Opravljeno je veliko in pomembno delo za nadaljnji razvoj geodetske stroke.

Naj nas stroka povezuje tudi naprej. Srečno in vse dobro.

As usual, summer has come to an end too soon, taking leisure time with it; I hope everybody could fully enjoy it. This year has been deeply affected by different measures that have influenced the functioning of our societies. None of us is immune to fast-changing and unpredictable situations that call for quick responses and sometimes profound changes in our ingrained habits. As individuals and as a profession, we should attempt to draw as many lessons from the situation and focus on the positive aspects it may have revealed. Unfortunately, too much energy has been wasted on empty and pessimistic debates, which make our lives miserable and cultivate negative attitudes throughout society. Media that feed the already charged atmosphere with their predominantly sensational reports continue to weaken the situation in society.

These are just some of the reasons that experts and their opinions remain unheard and why they are losing the attention they deserve. Flooded by conflicting information and uncontrolled communication channels, sometimes the sight of professional facts that are only valid is lost. Nobody can deny that the development of a society depends on how it values professional expertise. Regardless of political developments and systems, it is essential that decisions be based on professional norms. Each profession puts its best efforts into being heard and acknowledged.

The essence and importance of land surveying is no exception here. With the environment and space being two essential elements that influence each individual and society as a whole, it should be holding a much more important position in society. Spatial and environmental records are the foundation for every intervention in space and the environment. The consequences of incorrect decisions based on unreliable data may be dire, which is becoming increasingly obvious in the environment. Land surveying is based on space records, while environmental content and records often remain neglected. Thus, the field opens a window of opportunity that hasn't been used yet; and the responsible ministry is well aware of that. Inadequate and non-systematic environmental records present a considerable challenge in drawing a comprehensive project to systematically tackle the issue. My firm conviction is that land surveying as a profession possesses enough environmental knowledge to become an important player in the field. Our experience and knowledge in real-estate records may create a golden opportunity for us. Interdisciplinary knowledge of land surveyors is our invaluable asset, and we should strive to use it. Land surveyors take up positions in a variety of occupations, which means that our knowledge is wide-ranging. Perhaps we just lack some resourcefulness and competitive spirit, as well as a wish and an inclination to achieve more.

This year's Land Surveying Day has passed. Unfortunately, without an important element: the opportunity for face-to-face discussions. They would further enrich and deepen the significance of the event with its comprehensive and highly relevant programme. Despite this minor drawback, we can be really pleased with the organisation, especially with the content presented, not to mention the organisational efforts in the present situation. Allow

me to use this opportunity to express additional thanks to the programme and organisational committees. A great and important contribution to the further development of surveying has been made.

Let the profession continue to connect us. Good luck and best wishes.

TRANSFORMACIJE MED SLOVENSKIMI IN MEDNARODNIMI TERESTRIČNIMI REFERENČNIMI SESTAVI

TRANSFORMATIONS BETWEEN THE SLOVENIAN AND INTERNATIONAL TERRESTRIAL REFERENCE FRAMES

Sandi Berk, Klemen Medved

UDK: 528.7(4)(100)
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 29. 6. 2021
Sprejeto: 10. 9. 2021

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.361-384
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 29. 6. 2021
Accepted: 10. 9. 2021

IZVLEČEK

Aktualen slovenski terestrični referenčni sestav (D96-17) je statičen sestav, ki temelji na tehnologiji GNSS. Njegova posebnost je, da ga z novo realizacijo ETRS89, ki jo je potrdil EUREF (D17), povezuje dodatna transformacija. Za zagotovitev visokokakovostnega državnega terestričnega referenčnega sestava je nujna povezava z aktualno realizacijo ITRS. To je še posebej pomembno ob predvidenem prehodu na polkinematičen terestrični referenčni sestav, ki bo podprt z državnim geokinematskim modelom. V pričujočem prispevku so podrobno obravnavane transformacije med aktualnima državnim in mednarodnim terestričnim referenčnim sestavom. Podani so postopki, enačbe in parametri datumskih transformacij, in sicer v obe smeri (naprej in obratne), po korakih in neposredne, stroge in poenostavljene (približne). Predstavljeni sta analiza koordinatnih razlik med slovenskim in mednarodnim terestričnim referenčnim sestavom ter analiza točnosti različnih poenostavitev transformacij med obema referenčnima sestavoma. Slednja omogoča optimalen izbor transformacijskih rešitev glede na različne zahteve uporabnikov. Prikazana sta tudi vloga in pomen obravnavanih transformacij pri postopkih določanja položaja in pri natančni navigaciji.

KLJUČNE BESEDE

datumaska transformacija, D17, D96-17, ETRF2000, ETRS89, ITRF2014, ITRS

ABSTRACT

The current Slovenian terrestrial reference frame (D96-17) is a static frame based on GNSS technology. An additional transformation connecting it with the new realisation of ETRS89 accepted by EUREF (D17) gives the D96-17 a specific character. In order to ensure a high-quality national terrestrial reference frame, connection to the current realisation of ITRS is needed. This is particularly important in the light of the intended transition to a semi-kinematic terrestrial reference frame, supported by a national geo-kinematic model. Transformations between the current national and international terrestrial reference frames are discussed in detail in the present paper. Processes, equations, and parameters of datum transformations are given in both directions (forward and inverse), step-by-step and direct ones, rigorous and simplified (approximate). Furthermore, an analysis of coordinate differences between current Slovenian and international terrestrial reference frames and an analysis of coordinate errors for various simplifications of transformation between both reference frames are given. This allows users to choose an optimal transformation solution to meet their requirements. The role and importance of transformations under consideration in the positioning procedures and in the precise navigation are also addressed.

KEY WORDS

datum transformation, D17, D96-17, ETRF2000, ETRS89, ITRF2014, ITRS

1 UVOD

V Sloveniji uporabljamo statičen referenčni koordinatni sistem, ki temelji na tehnologiji GNSS. Vzpostavljen je bil kakovostno, vendar ima tako zasnovan koordinatni sistem zaradi delovanja tektonike omejen rok trajanja. Distorzije v njem namreč sčasoma postanejo večje od negotovosti, ki so pogojene s kakovostjo GNSS-meritev (Poutanen in Häkli, 2018). Med osnovnimi pogoji za sodoben državni koordinatni sistem, ustrezen za potrebe geodezije in vseh drugih strok, ki se ukvarjajo s prostorom, so tudi kakovostno določene transformacije med tem in mednarodnim sistemom (Sterle in sod., 2009). To je pomembno tudi za zagotavljanje čezmejne skladnosti in povezljivosti prostorskih podatkov kot tudi združljivosti podatkov na globalni ravni. Kakovostne transformacije so nujne tudi za izvajanje nekaterih metod GNSS-izmere ter ne nazadnje za natančno in varno navigacijo.

Še posebej pomembna je obravnavana tema ob predvidenem prehodu na polkinematičen referenčni sestav, ki je za Slovenijo verjetno optimalna rešitev za zagotovitev kakovostnega državnega koordinatnega sistema na dolgi rok (npr. Stopar in sod., 2015; Medved in sod., 2018). Bistvena razlika med statičnim in polkinematičnim referenčnim sestavom je, da je slednji vzpostavljen na podlagi aktivnih GNSS-točk (stalnih GNSS-postaj). Poznavanje vektorjev hitrosti (iz analiz časovnih vrst koordinat) v teh točkah omogoča kakovostno povezavo med državnim in globalnim referenčnim sestavom. Koordinate točk so tudi v polkinematičnem referenčnem sestavu z vidika uporabnika nespremenljive, vendar je kakovost takšnega sestava zagotovljena za bistveno daljše časovno obdobje, kar zagotavljajo uporabnikom skrite transformacije koordinat, podprte z geokinematskim modelom (Poutanen in Häkli, 2018).

V terminologiji geografskih informacijskih sistemov (GIS) se ločita koordinatni sistem – CS (angl. *coordinate system*) in referenčni koordinatni sistem – CRS (angl. *coordinate reference system*); slednji je matematično definiran koordinatni sistem, ki je tudi dejansko vzpostavljen (ISO 19111, 2019). To pomeni, da je teoretično opredeljen koordinatni sistem pripet na fizično površje Zemlje kot planeta, in sicer z določitvijo koordinat temeljnih geodetskih točk v tem sistemu. Ali drugače povedano: referenčni koordinatni sistem je tisti koordinatni sistem, ki ima določen geodetski datum. Mednarodna zveza za geodezijo – IAG (International Association of Geodesy) pa daje prednost terminoma terestrični referenčni sistem – TRS (angl. *terrestrial reference system*) in terestrični referenčni sestav – TRF (angl. *terrestrial reference frame*), ki je konkretna realizacija prvega. Prehod med dvema CRS-oma, ko gre za različna geodetska datuma, oziroma prehod med dvema TRF-oma imenujemo datumska transformacija (angl. *datum transformation*), prehod med dvema CRS-oma, ko gre za isti geodetski datum, a različna koordinatna sistema, pa pretvorba koordinat (angl. *coordinate conversion*), na primer iz kartezičnih v geodetske (Berk in Boldin, 2017; Berk in sod., 2018a). Za izbrani trenutek v času kot četrto razsežnost koordinatnega sistema uporabljamo termin epoha (angl. *epoch*). Za »TRF, epoha t « je v nadaljevanju uporabljen krajši zapis TRF@ t .

Mednarodni terestrični referenčni sistem – ITRS (International Terrestrial Reference System) je sistem s središčem v težišču Zemlje (geocentričen); začetno orientacijo v epohi 1984,0 je podal Mednarodni urad za čas – BIH (Bureau International de l'Heure) in se za vsakokratno novo realizacijo ohranja ob pogoju, da se sistem ne vrti (angl. *no-net-rotation condition*), pri čemer se upoštevajo tektonska dogajanja na celotni Zemlji (Petit in Luzum, 2010, str. 34). Sistem se posodablja na vsakih nekaj let in doslej je

bilo že devet realizacij ITRS. Aktualna (zadnja) realizacija ITRS je mednarodni terestrični referenčni sestav 2014 – ITRF2014 (International Terrestrial Reference Frame 2014), v pripravi pa je ITRF2020 (ITRF Solutions, 2021).

Evropski terestrični referenčni sistem 1989 – ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) je sistem, ki je pripet na stabilni del evrazijske tektonske plošče in se z ITRS ujema v epochi 1989,0 (Altamimi, 2018, str. 2). Realizacije ETRS89 se časovno ujemajo z realizacijami ITRS in aktualna realizacija je evropski terestrični referenčni sestav 2014 – ETRF2014 (European Terrestrial Reference Frame 2014).

Slovenija je kot uradni državni koordinatni sistem prevzela ETRS89 (ZDGRS, 2014). Zadnja od EUREF potrjena slovenska realizacija ETRS89 ima oznako D17 (Berk in sod., 2018b), a iz praktičnih razlogov ni bila uveljavljena neposredno. Aktualna realizacija slovenskega TRS z oznako D96-17 (Berk in sod., 2020) je z D17 povezana s 6-parametrično togo transformacijo, in sicer tako, da je upoštevana tudi prvotna realizacija ETRS89 z oznako D96 (Berk in sod., 2004).

Morda še nekaj besed o povezavi med ITRS in svetovnim geodetskim sistemom 1984 – WGS84 (World Geodetic System 1984). WGS84 je koordinatni sistem ameriškega globalnega sistema za določanje položaja – GPS (Global Positioning System). V tem sistemu so podane tirnice satelitov, ki jih ti posredujejo v realnem času (angl. *broadcast ephemerides*). Zato je sistem zelo pomemben predvsem za vse vrste navigacije – na morju, na kopnem in v zraku. Koordinatna odstopanja med realizacijami WGS84 in ITRS so bila v začetku do enega metra, vendar so se z leti zelo zmanjšala. Aktualna realizacija WGS84 (tj. G1762) se z aktualno realizacijo ITRS (tj. ITRF2014) ujema s centimetrovsko točnostjo, zato med njima ne izvajamo datumske transformacije (ITRS & WGS84, 2021).

Za transformacije med dosedanjimi slovenskimi realizacijami ETRS89 je na voljo brezplačni program ETRS89-SI (Berk, 2020). Za transformacije med realizacijami ETRS89 in realizacijami ITRS ter med samimi realizacijami ITRS je na voljo komercialna programska oprema, na primer programski paket Bernese (Dach in sod., 2015), pa tudi različna brezplačna programska orodja (npr. PROJ Contributors, 2021) in spletne aplikacije, kot je storitev EPN (ETRF/ITRF, 2021). Za uporabnike in razvijalce GIS-orodij velja omeniti, da so transformacije med različnimi realizacijami ETRS89 in ITRS vključene tudi v zbirko geodetskih parametrov EPSG (Berk in sod., 2018a).

Obravnavane transformacije so pomembne tudi za obstoječe postopke določanja položaja v Sloveniji, na primer v okviru storitev omrežja SIGNAL, kjer je treba poskrbeti za povezavo med produkcijskim okoljem (ITRF2014) in distribucijskim okoljem (D96-17); tovrstnim izzivom smo bili priča ob vzpostavitvi spletne storitve TOP (Fabiani in Ritlop, 2019). Zagotovitev kakovostnih transformacij med državnim in mednarodnim terestričnim referenčnim sestavom je nujna pri geodetski izmeri z metodo PPP (Sterle in sod., 2014). Slej ko prej pa bodo te transformacije aktualne tudi pri upravljanju državnih zbirk prostorskih podatkov in razvoju spletnih storitev nad temi podatki. Povpraševanje po kakovostnih transformacijskih rešitvah lahko pričakujemo tudi od uporabnikov WGS84, na primer v Slovenski vojski, civilnem letalstvu, pomorstvu, cestni navigaciji ipd.

Posebnost aktualnega slovenskega TRF je že navedena dodatna transformacija, ki ga povezuje z realizacijo ETRS89, potrjeno s strani EUREF. Dodatna težava so periodične nove realizacije ITRS in ETRS89 na vsakih nekaj let, kar zahteva sprotno posodabljanje parametrov transformacij. Za

nekatero potrebo (na primer navigacijo) zadoščajo tudi manj natančne rešitve za prehod med državnim in mednarodnim sestavom, ki so enostavnejše in hitrejšje. V nadaljevanju so zato podrobno obravnavane transformacije med aktualnima državnim in mednarodnim terestričnim referenčnim sestavom. Podani so postopki in enačbe transformacij (vključno s parametri) – v obe smeri, po korakih in neposredne, stroge in poenostavljene. Izvedene so tudi analize koordinatnih razlik med obema sestavoma ter koordinatnih napak pri poenostavljenih transformacijah. Na koncu so podane nekatere ugotovitve in priporočila pri izboru optimalnih metod transformacije, skladnih s specifičnimi zahtevami različnih uporabnikov.

2 ENAČBE IN PARAMETRI TRANSFORMACIJ MED ETRS89/D96-17 IN ITRF2014

Enačbe transformacij med slovenskimi in mednarodnimi terestričnimi referenčnimi sestavi temeljijo na prostorski podobnosti (Helmertovi) transformaciji, tj. strogi 7-parametrični konformni transformaciji – s tremi pomiki, spremembo merila in tremi zasuki. V rabi sta dve različici stroge konformne transformacije v trirazsežnem prostoru, in sicer z različnim vrstnim redom zasukov okoli koordinatnih osi. Ker pa so zasuki med globalnimi referenčnimi sestavi zelo majhni, lahko enačbo lineariziramo. Linearizirana enačba je enaka za obe različici stroge enačbe (Ruffhead, 2021). Se pa za linearizirano različico enačbe pojavljata dve različni interpretaciji parametrov rotacijske matrike. Posledično se ti razlikujejo v predznakih. V pričujočem prispevku je uporabljena linearna različica Burša-Wolfove formule (Ruffhead in Whiting, 2020, str. 17), ki jo predpisuje IERS-konvencija (Petit in Luzum, 2010, str. 31). Za parametre rotacijske matrike je uporabljena PV-konvencija (angl. *position vector transformation*), ki jo je skladno s priporočilom mednarodnega standarda Geografske informacije – lociranje s koordinatami (ISO 19111, 2019) sprejela tudi Mednarodna zveza za geodezijo (Ruffhead, 2021). Za navedeno enačbo transformacije velja, da lahko za poenostavljeno (približno) obratno transformacijo uporabimo kar isto enačbo in parametre z nasprotnimi predznaki (angl. *simple same-formula inverse*).

Prehod med aktualnima mednarodnim (ITRF2014) in slovenskim terestričnim referenčnim sestavom (D96-17) vključuje naslednje štiri tipe transformacij:

- transformacija vektorja koordinat med dvema epohama iste realizacije TRS,
- transformacija vektorjev koordinat in hitrosti med dvema realizacijama ITRS,
- transformacija vektorjev koordinat in hitrosti med realizacijama ITRS in ETRS89 ter
- transformacija vektorja koordinat med dvema realizacijama ETRS89.

Enačbe in parametri transformacij so izvorno določeni za prehode iz ITRS v ETRS89, torej samo v eni smeri (angl. *one-way transformation*). Za izbrani prehod iz izvornega sistema (angl. *source system*) v ciljni sistem (angl. *target system*) je zato v nadaljevanju za dano/objavljeno transformacijo naprej (angl. *forward transformation*) povsod izpeljana še obratna transformacija (angl. *inverse transformation*), in sicer tako stroga (ki zagotavlja povratnost) kot tudi poenostavljene, približne različice.

V prispevku uporabljena enota za določanje epoh je decimalno leto [yr], za komponente vektorja hitrosti premikanja točk na površju Zemlje pa milimeter na leto [mm/yr]. Kot enote za transformacijske parametre so uporabljeni milimeter [mm], tisočinka ločne sekunde [mas] in število delov na milijardo [ppb]; za parametre z ustreznimi odvodi po času pa [mm/yr], [mas/yr] in [ppb/yr].

2.1 Transformacija vektorja koordinat med dvema epohama iste realizacije TRS

Imamo vektorja koordinat in pripadajočih hitrosti za točko v izbrani realizaciji TRS (TRF₁). Koordinate točke želimo privedi iz izvorne epohe (t_i) v ciljno epoho (t_c). Transformacijo vektorja koordinat izvedemo po enačbi (Altamimi, 2018, enačba 4):

$$\mathbf{X}_{\text{TRF}_1}(t_c) = \mathbf{X}_{\text{TRF}_1}(t_i) + (t_c - t_i) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{\text{TRF}_1} \quad (1)$$

kjer sta:

- $\mathbf{X} = [X \ Y \ Z]^T \dots$ vektor koordinat točke in
- $\dot{\mathbf{X}} = [\dot{X} \ \dot{Y} \ \dot{Z}]^T \dots$ vektor hitrosti točke.

Ciljna epoha pri transformaciji v aktualni slovenski TRF bi bila epoha realizacije ETRS89 z oznako D17 (Berk in sod., 2018b), ki je $t_0 \approx 2016,75$ (tj. 1. 10. 2016 ob 10:10 UTC). Upošteva je enačbo (1) lahko transformacijo vektorja koordinat iz ITRF2014@ t v ITRF2014@ t_0 zapišemo kot:

$$\mathbf{X}_{\text{ITRF}_{14}}(t_0) = \mathbf{X}_{\text{ITRF}_{14}}(t) + (t_0 - t) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF}_{14}} \quad (2)$$

Še nekaj opomb glede merjenja epoh in hitrosti:

Med geodeti uporabljeni enoti za merjenje epoh [yr] in hitrosti [mm/yr] nista najbolj posrečeni izbiri. Osnovna enota za merjenje časa po mednarodnem standardu SI (iz franc. *système international d'unités*) je tako imenovana SI-sekunda [s], ki je vezana na mednarodni atomski čas TAI (iz franc. *temps atomique international*). Tudi če zanemarimo razliko med mednarodnim atomskim časom in pri obdelavi GNSS-opazovanj uporabljanim univerzalnim koordiniranim časom UTC (kratica je kombinirana iz franc. *temps universel coordonné* in angl. *coordinated universal time*) – zaradi prestopnih sekund (angl. *leap second*) za občasne uskladitve UTC s srednjim sončevim časom (angl. *mean solar time*) se TAI in UTC trenutno razlikujeta za več kot 30 s –, je leto spremenljiva časovna enota, določanje epoh v decimalnih letih pa neenakomerno. Po gregorijanskem koledarju, vpeljanem v oktobru 1582, je vsako četrto leto prestopno (angl. *leap year*), tj. za dan daljše; izjema je, ko je letnica deljiva s 100, razen če je deljiva tudi s 400 (prestopno je bilo na primer tudi leto 2000). Slabo določen časovni razpon med epohami, merjenimi v letih, bi po zgledu astronomov lahko odpravili z merjenjem epoh z julijanskim datumom (angl. *Julian date*) – zaporednim številom dni [d] od 1. januarja 4713 pr. n. št. po proleptičnem julijanskem koledarju (IAU Resolutions, 1997, B1) z dodanim decimalnim delom dneva (upošteva je točen čas) – ter z uporabo mikrometra na dan [$\mu\text{m}/\text{d}$] kot enote za merjenje hitrosti.

2.2 Transformacija vektorjev koordinat in hitrosti med dvema realizacijama ITRS

Praviloma je transformacija določena iz noveše realizacije ITRS (ITRF₁) v eno izmed njenih predhodnic (ITRF₀). Uporabljena je prostorska podobnostna transformacija s sedmimi parametri, ki se s časom spreminjajo linearno. Transformacijo vektorja koordinat in odgovarjajočega vektorja hitrosti točke med obema realizacijama ITRS v referenčni epohi noveše realizacije (t_1) izvedemo po enačbah (Altamimi, 2018, enačba 1):

$$\mathbf{X}_{\text{ITRF}_0}(t_1) = ((1 + D) \cdot \mathbf{I} + \mathbf{R}) \cdot \mathbf{X}_{\text{ITRF}_1}(t_1) + \mathbf{T} \quad (3)$$

$$\dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF}_0} = \dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF}_1} + (\dot{D} \cdot \mathbf{I} + \dot{\mathbf{R}}) \cdot \mathbf{X}_{\text{ITRF}_1}(t_1) + \dot{\mathbf{T}} \quad (4)$$

kjer so:

- D ... razlika enot merila med dvema realizacijama ITRS,
- \dot{D} ... odvod razlike enot merila med dvema realizacijama ITRS po času,
- $\mathbf{T} = [T_x \ T_y \ T_z]^T$... vektor pomikov med dvema realizacijama ITRS,
- $\dot{\mathbf{T}} = [\dot{T}_x \ \dot{T}_y \ \dot{T}_z]^T$... vektor odvodov pomikov med dvema realizacijama ITRS po času,
- $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 0 & -R_z & R_y \\ R_z & 0 & -R_x \\ -R_y & R_x & 0 \end{bmatrix}$... matrika zasukov med dvema realizacijama ITRS,
- $\dot{\mathbf{R}} = \begin{bmatrix} 0 & -\dot{R}_z & \dot{R}_y \\ \dot{R}_z & 0 & -\dot{R}_x \\ -\dot{R}_y & \dot{R}_x & 0 \end{bmatrix}$... matrika odvodov zasukov med dvema realizacijama ITRS po času in
- $\mathbf{I} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$... identična oziroma enotska matrika razsežnosti 3×3 .

Parametre transformacije vektorjev koordinat in hitrosti točke za poljubno epoho – na primer epoho realizacije ETRS89 z oznako D17 – določimo s pomočjo odvodov parametrov iz enačbe (3) po času, ki sicer nastopajo v enačbi (4). Parameter za izbrano epoho (t_0) je (Altamimi, 2018, enačba 5):

$$P(t_0) = P(t_1) + \dot{P} \cdot (t_0 - t_1) \tag{5}$$

Upošteva je enačbi (3) in (5) lahko vektor koordinat točke v predhodni realizaciji ITRS (ITRF₀) za izbrano epoho (t_0) zapišemo kot:

$$\mathbf{X}_{ITRF_0}(t_0) = ((1 + D) \cdot \mathbf{I} + \mathbf{R} + (t_0 - t_1) \cdot (\dot{D} \cdot \mathbf{I} + \dot{\mathbf{R}})) \cdot \mathbf{X}_{ITRF_1}(t_0) + \mathbf{T} + (t_0 - t_1) \cdot \dot{\mathbf{T}} \tag{6}$$

Upošteva je enačbo (1) lahko zapišemo:

$$\mathbf{X}_{ITRF_1}(t_1) = \mathbf{X}_{ITRF_1}(t_0) - (t_0 - t_1) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{ITRF_1} \tag{7}$$

S pomočjo enačbe (7) preoblikujemo vektor hitrosti točke v predhodni realizaciji ITRS (ITRF₀) iz enačbe (4) v končno obliko:

$$\dot{\mathbf{X}}_{ITRF_0} = \dot{\mathbf{X}}_{ITRF_1} + (\dot{D} \cdot \mathbf{I} + \dot{\mathbf{R}}) \cdot (\mathbf{X}_{ITRF_1}(t_0) - (t_0 - t_1) \cdot \mathbf{X}_{ITRF_1}) + \dot{\mathbf{T}} \tag{8}$$

Če za potrebe določitve vektorja hitrosti predpostavimo $\mathbf{X}_{ITRF_1}(t_1) \approx \mathbf{X}_{ITRF_1}(t_0)$, dobimo približek za enačbo (8):

$$\dot{\mathbf{X}}_{ITRF_0} \approx \dot{\mathbf{X}}_{ITRF_1} + (\dot{D} \cdot \mathbf{I} + \dot{\mathbf{R}}) \cdot \mathbf{X}_{ITRF_1}(t_0) + \dot{\mathbf{T}} \tag{9}$$

Hkrati z novimi realizacijami ITRS so bili določeni transformacijski parametri transformacij v njihove predhodnice, kot na primer iz ITRF2014 v ITRF2008 (Altamimi in sod., 2016), iz ITRF2008 v ITRF2005 (Altamimi in sod., 2011), iz ITRF2005 v ITRF2000 (Altamimi in sod., 2007) itn. Naknadno so bili določeni tudi parametri, ki neposredno povezujejo vsakokratno novo (aktualno) realizacijo ITRS s katerokoli izmed predhodnic. Nas zanima transformacija iz vsakokratne nove realizacije ITRS v ITRF2000, saj je – skladno z resolucijami EUREF – aktualna slovenska realizacija ETRS89 vezana na ETRF2000 (Berk in sod., 2020).

Preglednica 1: Parametri transformacije ITRF2014 → ITRF2000 (Altamimi, 2018, dodatek A)

Parameter	Vrednost	Enota
t_0	2016,75	yr
t_1	2010,0	yr
$T_x(a)$	0,7	mm
$T_y(b)$	1,2	mm
$T_z(c)$	-26,1	mm
$D(d)$	2,12	ppb
R_x	0	mas
R_y	0	mas
R_z	0	mas
$\dot{T}_x(e)$	0,1	mm/yr
$\dot{T}_y(f)$	0,1	mm/yr
$\dot{T}_z(g)$	-1,9	mm/yr
$\dot{D}(h)$	0,11	ppb/yr
\dot{R}_x	0	mas/yr
\dot{R}_y	0	mas/yr
\dot{R}_z	0	mas/yr

Vsi parametri, ki se nanašajo na zasuke in njihove odvode po času, so za realizacije od vključno ITRF2000 dalje enaki 0. Transformacijo iz ITRF2014 v ITRF2000 (in v vse vmesne realizacije) za vektorja koordinat in hitrosti točke v izbrani epohi (t_0) lahko zato (upoštevaje samo neničelne parametre iz preglednice 1) na podlagi enačb (6) in (8) zapišemo kot:

$$X_{ITRF00}(t_0) = (1 + d + b \cdot (t_0 - t_1)) \cdot X_{ITRF14}(t_0) + T_0 + (t_0 - t_1) \cdot \dot{T}_0 \tag{10}$$

$$\dot{X}_{ITRF00} = (1 - b \cdot (t_0 - t_1)) \cdot \dot{X}_{ITRF14} + b \cdot X_{ITRF14}(t_0) + \dot{T}_0 \tag{11}$$

kjer so:

- $T_0 = [a \ b \ c]^T$... vektor pomikov med obema realizacijama ITRS,
- d ... razlika enot merila med obema realizacijama ITRS,
- $\dot{T}_0 = [e \ f \ g]^T$... vektor odvodov pomikov med obema realizacijama ITRS po času in
- b ... odvod razlike enot merila med obema realizacijama ITRS po času.

Če izhajamo iz enačbe (9), lahko zapišemo še približek za enačbo (11):

$$\dot{X}_{ITRF00} \approx \dot{X}_{ITRF14} + b \cdot X_{ITRF14}(t_0) + \dot{T}_0 \tag{12}$$

Obratno transformacijo dobimo s preureditvijo enačb (10) in (11). Transformacijo iz ITRF2000 v ITRF2014 za vektorja koordinat in hitrosti točke zapišemo kot:

$$X_{ITRF14}(t_0) = (X_{ITRF00}(t_0) - T_0 - (t_0 - t_1) \cdot \dot{T}_0) / (1 + d + b \cdot (t_0 - t_1)) \tag{13}$$

$$\dot{X}_{ITRF14} = (\dot{X}_{ITRF00} - b \cdot X_{ITRF14}(t_0) - \dot{T}_0) / (1 - b \cdot (t_0 - t_1)) \tag{14}$$

Vektor koordinat v ITRF2014, ki nastopa v enačbi (14), seveda sledi iz enačbe (13), ki ga določimo najprej.

Običajno pa za obratni transformaciji vektorjev koordinat in hitrosti vzamemo parametre z nasprotnimi predznaki – primerjaj z enačbama (10) in (11) – in sta prva približka enačb (13) in (14) kar:

$$\mathbf{X}_{ITRF14}(t_0) \approx (1 - d - b \cdot (t_0 - t_1)) \cdot \mathbf{X}_{ITRF00}(t_0) - \mathbf{T}_0 - (t_0 - t_1) \cdot \dot{\mathbf{T}}_0 \quad (15)$$

$$\dot{\mathbf{X}}_{ITRF14} \approx (1 + b \cdot (t_0 - t_1)) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{ITRF00} - b \cdot \mathbf{X}_{ITRF14}(t_0) - \dot{\mathbf{T}}_0 \quad (16)$$

Če izhajamo iz enačbe (12), pa lahko zapišemo še drugi približek za enačbo (14):

$$\dot{\mathbf{X}}_{ITRF14} \approx \dot{\mathbf{X}}_{ITRF00} - b \cdot \mathbf{X}_{ITRF14}(t_0) - \dot{\mathbf{T}}_0 \quad (17)$$

2.3 Transformacija vektorjev koordinat in hitrosti med realizacijama ITRS in ETRS89

Praviloma se ta transformacija izvaja med sočasnima realizacijama ITRS in ETRS89, torej tistima z isto letnico. Določena je enačba transformacije med realizacijo ITRS (ITRF₀) in odgovarjajočo realizacijo ETRS89 (ETRF₀). Transformacija vektorja koordinat za izbrano epoho (t₀) – epoho realizacije ETRS89 z oznako D17 – in odgovarjajočega vektorja hitrosti točke je (Altamimi, 2018, enačbi 2 in 3):

$$\mathbf{X}_{ETRF_0}(t_0) = (\mathbf{I} + (t_0 - t_2) \cdot \dot{\mathbf{R}}) \cdot \mathbf{X}_{ITRF_0}(t_0) + \mathbf{T} \quad (18)$$

$$\dot{\mathbf{X}}_{ETRF_0} = \dot{\mathbf{X}}_{ITRF_0} + \dot{\mathbf{R}} \cdot \mathbf{X}_{ITRF_0}(t_1) \quad (19)$$

kjer sta:

- $\mathbf{T} = [T_1 \ T_2 \ T_3]^T \dots$ vektor pomikov med realizacijama TRS in
- $\dot{\mathbf{R}} = \begin{bmatrix} 0 & -\dot{R}_3 & \dot{R}_2 \\ \dot{R}_3 & 0 & -\dot{R}_1 \\ -\dot{R}_2 & \dot{R}_1 & 0 \end{bmatrix} \dots$ matrika odvodov zasukov med realizacijama TRS po času.

Pri transformaciji je uporabljena izhodiščna epoha ETRS89 (t₂ = 1989,0) – epoha, v kateri se ETRS89 ujema z ITRS. Vektor koordinat v enačbi (19) se nanaša na referenčno epoho (t₁), za katero so podani transformacijski parametri transformacije iz realizacije ITRS v izbrano realizacijo ETRS89. Upoštevaje enačbo (1) lahko zapišemo:

$$\mathbf{X}_{ITRF_0} = \mathbf{X}_{ITRF_0}(t_0) - (t_0 - t_1) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{ITRF_0} \quad (20)$$

S pomočjo enačbe (20) preoblikujemo vektor hitrosti točke v realizaciji ETRS89 (ETRF₀) iz enačbe (19) v končno obliko:

$$\dot{\mathbf{X}}_{ETRF_0} = \dot{\mathbf{X}}_{ITRF_0} + \dot{\mathbf{R}} \cdot (\mathbf{X}_{ITRF_0}(t_0) - (t_0 - t_1) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{ITRF_0}) \quad (21)$$

Če za potrebe določitve vektorja hitrosti predpostavimo $\mathbf{X}_{ITRF_0}(t_1) \approx \mathbf{X}_{ITRF_0}(t_0)$, dobimo še približek za enačbo (21):

$$\dot{\mathbf{X}}_{ETRF_0} \approx \dot{\mathbf{X}}_{ITRF_0} + \dot{\mathbf{R}} \cdot \mathbf{X}_{ITRF_0}(t_0) \quad (22)$$

Iz že navedenega razloga nas seveda zanima predvsem transformacija iz ITRF2000 v ETRF2000. Za parametre transformacij iz vseh dosedanjih realizacij ITRS v ETRF2000 (Altamimi 2018, preglednica 3) je referenčna epoha enaka referenčni epohi aktualne realizacije ITRS, torej ITRF2014 (t₁ = 2010,0).

Preglednica 2: Parametri transformacije ITRF2000 → ETRF2000 (Altamimi, 2018, preglednica 3)

Parameter	Vrednost	Enota
t_0	2016,75	yr
t_1	2010,0	yr
t_2	1989,0	yr
$T_1 (i)$	54,0	mm
$T_2 (j)$	51,0	mm
$T_3 (k)$	-48,0	mm
D_0	0	ppb
R_1	1,701	mas
R_2	10,290	mas
R_3	-16,632	mas
\dot{T}_1	0	mm/yr
\dot{T}_2	0	mm/yr
\dot{T}_3	0	mm/yr
\dot{D}_0	0	ppb/yr
$\dot{R}_1 (\alpha)$	0,081	mas/yr
$\dot{R}_2 (\beta)$	0,490	mas/yr
$\dot{R}_3 (\gamma)$	-0,792	mas/yr

Transformacijo iz ITRF2000 v ETRF2000 za vektorja koordinat in hitrosti točke v izbrani epohi (t_0) lahko (upoštevaje uporabljene parametre iz preglednice 2) na podlagi enačb (18) in (21) zapišemo kot:

$$\mathbf{X}_{\text{ETRF00}}(t_0) = (\mathbf{I} + (t_0 - t_2) \cdot \dot{\mathbf{R}}_1) \cdot \mathbf{X}_{\text{ITRF00}}(t_0) + \mathbf{T}_1 \tag{23}$$

$$\dot{\mathbf{X}}_{\text{ETRF00}} = (\mathbf{I} - (t_0 - t_1) \cdot \dot{\mathbf{R}}_1) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF00}} + \dot{\mathbf{R}}_1 \cdot \mathbf{X}_{\text{ITRF00}}(t_0) \tag{24}$$

kjer sta:

- $\mathbf{T}_1 = [i \ j \ k]^T \dots$ vektor pomikov med realizacijama TRS in
- $\dot{\mathbf{R}}_1 = \begin{bmatrix} 0 & -\gamma & \beta \\ \gamma & 0 & -\alpha \\ -\beta & \alpha & 0 \end{bmatrix} \dots$ matrika odvodov zasukov med realizacijama TRS po času.

Če izhajamo iz enačbe (22), lahko zapišemo še približek za enačbo (24):

$$\dot{\mathbf{X}}_{\text{ETRF00}} \approx \dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF00}} + \dot{\mathbf{R}}_1 \cdot \mathbf{X}_{\text{ITRF00}}(t_0) \tag{25}$$

Obratno transformacijo dobimo s preureditvijo enačb (23) in (24). Transformacijo iz ETRF2000 v ITRF2000 za vektorja koordinat in hitrosti točke zapišemo kot:

$$\mathbf{X}_{\text{ITRF00}}(t_0) = (\mathbf{I} + (t_0 - t_2) \cdot \dot{\mathbf{R}}_1)^{-1} \cdot (\mathbf{X}_{\text{ETRF00}}(t_0) - \mathbf{T}_1) \tag{26}$$

$$\dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF00}} = (\mathbf{I} - (t_0 - t_1) \cdot \dot{\mathbf{R}}_1)^{-1} \cdot (\dot{\mathbf{X}}_{\text{ETRF00}} - \dot{\mathbf{R}}_1 \cdot \mathbf{X}_{\text{ITRF00}}(t_0)) \tag{27}$$

Vektor koordinat v ITRF2000, ki nastopa v enačbi (27), seveda sledi iz enačbe (26), ki ga določimo najprej.

Običajno pa za obratni transformaciji vektorjev koordinat in hitrosti vzamemo parametre z nasprotnimi predznaki – primerjaj z enačbama (23) in (24) – in sta prva približka enačb (26) in (27) kar:

$$\mathbf{X}_{ITRF00}(t_0) \approx (\mathbf{I} - (t_0 - t_2) \cdot \dot{\mathbf{R}}_1) \cdot \mathbf{X}_{ETRF00}(t_0) - \mathbf{T}_1 \tag{28}$$

$$\dot{\mathbf{X}}_{ITRF00} \approx (\mathbf{I} + (t_0 - t_1) \cdot \dot{\mathbf{R}}_1) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{ETRF00} - \dot{\mathbf{R}}_1 \cdot \mathbf{X}_{ITRF00}(t_0) \tag{29}$$

Če izhajamo iz enačbe (25), pa lahko zapišemo še drugi približek za enačbo (27):

$$\dot{\mathbf{X}}_{ITRF00} \approx \dot{\mathbf{X}}_{ETRF00} - \dot{\mathbf{R}}_1 \cdot \mathbf{X}_{ITRF00}(t_0) \tag{30}$$

2.4 Transformacija vektorja koordinat med dvema realizacijama ETRS89

Za transformacijo vektorjev koordinat med izbranim izvorno (D_A) in ciljno realizacijo ETRS89 v Sloveniji (D_B) uporabimo poenostavljeno prostorsko podobnostno (7-parametrično) transformacijo (Berk in sod., 2020):

$$\mathbf{X}_{D_B} = ((1 + D) \cdot \mathbf{I} + \mathbf{R}) \cdot \mathbf{X}_{D_A} + \mathbf{T} \tag{31}$$

kjer so:

- D ... razlika enot merila med dvema realizacijama ETRS89,
- $\mathbf{T} = [T_x \ T_y \ T_z]^T$... vektor pomikov med dvema realizacijama ETRS89 in
- $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 0 & -R_z & R_y \\ R_z & 0 & -R_x \\ -R_y & R_x & 0 \end{bmatrix}$... matrika zasukov med dvema realizacijama ETRS89.

Gre za enačbo (3), pri čemer pa se parametri s časom ne spreminjajo. Za transformacije med slovenskimi realizacijami ETRS89 je izbrana ničelna razlika enot merila ($D = 0$), kar pomeni, da je transformacija dejansko toga (6-parametrična). Povezava med slovenskimi realizacijami ETRS89 in realizacijami ITRS je vzpostavljena prek realizacije z oznako D17, tj. ETRF2000@ t_0 . Zanima nas torej transformacija iz D17 v D96-17, ki je aktualna »hibridna« realizacija ETRS89 – temelji namreč na vseh dosedanjih realizacijah (Berk in sod., 2020). Gre za pragmatičen pristop k posodobitvi državnega referenčnega sestava po zgledu Nemčije (Altiner in Perl, 2018).

Preglednica 3: Parametri transformacije D17 → D96-17 (Berk in sod., 2020; gl. tudi Berk, 2020)

Parameter	Vrednost	Enota
T_x (l)	236,635	mm
T_y (m)	-98,535	mm
T_z (n)	-201,265	mm
D	0	ppb
R_x (δ)	17,790	mas
R_y (ε)	-3,673	mas
R_z (ζ)	24,3695	mas

Transformacijo vektorja koordinat točke iz D17 v D96-17 (upoštevaje samo neničelne parametre iz preglednice 3) na podlagi enačbe (31) zapišemo kot:

$$X_{D96-17} = (I + R_2) \cdot X_{D17} + T_2 \tag{32}$$

kjer sta:

- $T_2 = [l \ m \ n]^T$... vektor pomikov med obema realizacijama ETRS89 in
- $R_2 = \begin{bmatrix} 0 & -\zeta & \varepsilon \\ \zeta & 0 & -\delta \\ -\varepsilon & \delta & 0 \end{bmatrix}$... matrika zasukov med obema realizacijama ETRS89.

Obratno transformacijo dobimo s preureditvijo enačbe (32); transformacijo vektorja koordinat iz D96-17 v D17 lahko zapišemo kot:

$$X_{D17} = (I + R_2)^{-1} \cdot (X_{D96-17} - T_2) \tag{33}$$

Običajno pa za obratno transformacijo vzamemo parametre z nasprotnimi predznaki – primerjaj z enačbo (32) – in je približek enačbe (33) kar:

$$X_{D17} \approx (I - R_2) \cdot X_{D96-17} - T_2 \tag{34}$$

3 POSTOPKI TRANSFORMACIJ MED ETRS89/D96-17 IN ITRF2014

Praktična izvedba prehoda je enostavnejša v smeri iz državnega referenčnega sestava v aktualno epoho aktualnega mednarodnega terestričnega referenčnega sestava, na primer ETRS89/D96-17 → ITRF2014@t, čeprav so vsi izvorni parametri ($a, b, c \dots \delta, \varepsilon, \zeta$) podani za enačbe transformacij v obratni smeri. Zato tu oba postopka obravnavamo v zamenjanem vrstnem redu.

3.1 Postopek transformacije iz ETRS89/D96-17 v ITRF2014

Koordinate točke v D96-17 so pričakovan vhodni podatek, glede pripadajočega vektorja hitrosti pa imamo tri možnosti:

- vektor hitrosti je dan/znan (rezultat obdelave časovnih vrst koordinat za dano točko),
- vektor hitrosti ni znan; v tem primeru lahko:
 - vektor hitrosti ocenimo z ustreznim modelom (na podlagi okoliških točk z znanimi vektorji hitrosti, glej zgoraj) ali pa
 - privzamemo ničelni vektor hitrosti (predpostavimo torej, da lahko ozemlje Slovenije geotektonsko obravnavamo kot stabilen del Evrope).

Privzem ničelnega vektorja hitrosti v ETRS89 (ETRF2000) je sprejemljiva poenostavitev, ko gre za kratka časovna obdobja (do nekaj let po vzpostavitvi statičnega referenčnega sestava). Žal je trenutno točk s kakovostno določenimi vektorji hitrosti v Sloveniji malo, kar onemogoča kakovostno oceno vektorja hitrosti v poljubno izbrani točki (modeliranje). Vrednosti komponent teh vektorjev v ETRF2000 znašajo v različnih predelih Slovenije glede na dosedanje grobe ocene iz kampanjskih GNSS-izmer do nekaj milimetrov na leto, pri čemer prevladuje komponenta v smeri severa (npr. Berk, 2019, str. 1080–1091; Zurutuza in sod., 2019). Za daljše časovno obdobje (desetletje ali več) potrebujemo kakovostno in dovolj gosto polje hitrosti, ki omogoča tvorbo geokinematskega modela državnega ozemlja (npr. Medved in sod., 2018); interdisciplinaren raziskovalni projekt za pripravo takšnega modela za Slovenijo je v teku (Stopar in sod., 2021).

Najprej izvedemo transformacijo vektorja koordinat iz D96-17 v D17 po enačbi (33). Ne glede na poreklo pripadajočega vektorja hitrosti (možnosti zgoraj) so nato koraki prehoda iz ETRS89/D17 v ITRF2014@ t naslednji:

1. Transformacija danega vektorja koordinat iz ETRF2000@ t_0 (D17) v ITRF2000@ t po enačbi (26).
2. Transformacija danega, modeliranega ali ničelnega vektorja hitrosti iz ETRF2000 v ITRF2000 s transformiranim vektorjem koordinat (rezultat 1. koraka) po enačbi (27).
3. Transformacija vektorja koordinat iz ITRF2000@ t_0 (rezultat 1. koraka) v ITRF2014@ t_0 po enačbi (13).
4. Transformacija vektorja hitrosti iz ITRF2000 (rezultat 2. koraka) v ITRF2014 po enačbi (14).
5. Transformacija vektorja koordinat iz ITRF2014@ t_0 (rezultat 3. koraka) v ITRF2014@ t po enačbi (1).

V nadaljevanju označujemo zgoraj navedenih pet korakov transformacije iz D17 v ITRF2014 kot **postopek A**.


3.2 Postopek transformacije iz ITRF2014 v ETRS89/D96-17

V nasprotju s transformacijo iz D96-17 v ITRF2014 je izvedba obratne transformacije odvisna od obstoja pripadajočega vektorja hitrosti. Če imamo poleg vektorja koordinat tudi pripadajoči vektor hitrosti v ITRF2014, so koraki prehoda iz ITRF2014@ t v ETRS89/D17 naslednji:

1. Transformacija danega vektorja koordinat iz ITRF2014@ t v ITRF2014@ t_0 po enačbi (2).
2. Transformacija vektorja koordinat iz ITRF2014@ t_0 (rezultat 1. koraka) v ITRF2000@ t_0 po enačbi (10).
3. Transformacija danega vektorja hitrosti iz ITRF2014 v ITRF2000 po enačbi (11).
4. Transformacija vektorja koordinat iz ITRF2000@ t_0 (rezultat 2. koraka) v ETRF2000@ t_0 (tj. ETRS89/D17) po enačbi (23).
5. Transformacija vektorja hitrosti iz ITRF2000 (rezultat 3. koraka) v ETRF2000 po enačbi (24).

V nadaljevanju označujemo zgoraj navedenih pet korakov transformacije iz ITRF2014 v D17 kot **postopek B**. Temu sledi še transformacija vektorja koordinat iz D17 (ETRF2000@ t_0) v D96-17 po enačbi (32).

Razen izjemoma, pri več let delujočih stalnih GNSS-postajah z izvedenimi analizami časovnih vrst koordinat, pa pripadajočih vektorjev hitrosti seveda nimamo. V tem primeru postopek B nadomesti naslednji iterativen postopek:

- 
1. Tvorba ničelnega vektorja hitrosti (če ozemlje Slovenije geotektonsko obravnavamo kot stabilen del Evrope) oziroma aproksimacija/interpolacija vektorja hitrosti v ETRF2000 (z geokinematskim modelom) za dani vektor koordinat (izvornih v prvi ponovitvi, sicer rezultat 3. koraka).
 2. Transformacija vektorja koordinat (izvornih v prvi ponovitvi, sicer rezultat 3. koraka) in vektorja hitrosti (rezultat 1. koraka) iz ETRF2000 v ITRF2014@ t po postopku A.
 3. Transformacija vektorja koordinat (izvornih) in vektorja hitrosti (rezultat 2. koraka) iz ETRF2000 v ITRF2014@ t po postopku A.

V navedenem postopku izračuna ponavljamo korake od 1. do 3., dokler se koordinate točk v referenčnem sestavu ETRS89/D17 še spreminjajo. Kot vidimo iz gornjega postopka, je prikladno, da se geokinematski model nanaša na različico ETRF, ki je uporabljena kot ogrodje državne realizacije ETRS89. V našem primeru je to ETRF2000 (Berk in sod., 2020), kar je skladno z EUREF-resolucijo št. 1 iz Vroclava (ERUEF Resolutions, 2017; Medved in Berk, 2017).

4 NEPOSREDNA TRANSFORMACIJA MED ETRS89/D96-17 IN ITRF2014

Seveda nas zanima čim bolj neposredna transformacija koordinat, torej transformacija na čim bolj enostaven način. V nadaljevanju sta podani izpeljavi neposrednih enačb transformacij med ETRS89/D96-17 in ITRF2014.

4.1 Neposredna transformacija iz ITRF2014 v ETRS89/D96-17

V enačbo (32) vstavimo enačbo (23), vanjo enačbo (10) in v slednjo še enačbo (2) ter dobimo:

$$\begin{aligned} X_{D96-17} = & (1 + d + b \cdot (t_0 - t_1)) \cdot (I + R_2) \cdot (I + (t_0 - t_2) \cdot \dot{R}_1) \cdot (X_{ITRF14}(t) + (t_0 - t) \cdot \dot{X}_{ITRF14}) + \\ & + (I + R_2) \cdot ((I + (t_0 - t_2) \cdot \dot{R}_1) \cdot (T_0 + (t_0 - t_1) \cdot \dot{T}_0) + T_1) + T_2 \end{aligned} \quad (35)$$

Približek enačbe (35) lahko zapišemo tudi kot:

$$X_{D96-17} \approx ((1 + r) \cdot I + R_3) \cdot (X_{ITRF14}(t) + (t_0 - t) \cdot \dot{X}_{ITRF14}) + T_3 \quad (36)$$

pri čemer uvajamo r kot novo razliko enot merila, T_3 kot nov vektor pomikov, R_3 pa kot novo matriko zasukov:

- r ... razlika enot merila med obema realizacijama TRS,
- $T_3 = [o \ p \ q]^T$... vektor pomikov med obema realizacijama TRS in
- $R_3 = \begin{bmatrix} 0 & -\kappa & \vartheta \\ \kappa & 0 & -\eta \\ -\vartheta & \eta & 0 \end{bmatrix}$... matrika zasukov med obema realizacijama TRS.

Elementi vektorja pomikov so kar elementi vektorja T_3 – primerjaj enačbi (35) in (36):

$$T_3 = (I + R_2) \cdot ((I + (t_0 - t_2) \cdot \dot{R}_1) \cdot (T_0 + (t_0 - t_1) \cdot \dot{T}_0) + T_1) + T_2 \quad (37)$$

Ostale parametre določimo z matriko $M = (1 + r) \cdot I + R_3$ iz enačbe (36); iz enačbe (35) vidimo, da je:

$$M = (1 + d + b \cdot (t_0 - t_1)) \cdot (I + R_2) \cdot (I + (t_0 - t_2) \cdot \dot{R}_1) \quad (38)$$

Razliko enot merila r izračunamo z matriko M iz enačbe (38); uporabimo sled matrike (vsoto diagonalnih elementov):

$$r = (sled(M) - 3)/3 = (M_{1,1} + M_{2,2} + M_{3,3} - 3)/3 \quad (39)$$

Elemente matrike zasukov R_3 pa izračunamo kot polovične razlike ustreznih elementov matrike M , in sicer:

$$\eta = (M_{3,2} - M_{2,3})/2 \quad (40)$$

$$\vartheta = (M_{1,3} - M_{3,1})/2 \quad (41)$$

$$\kappa = (M_{2,1} - M_{1,2})/2 \quad (42)$$

Preglednica 4: Parametri neposredne transformacije ITRF2014 → ETRS89/D96-17 po enačbi (36)

Parameter	Vrednost	Enota
t_0	2016,75	yr
$T_x(\mathbf{o})$	292,01	mm
$T_y(\mathbf{p})$	-45,66	mm
$T_z(\mathbf{q})$	-288,19	mm
r	2,8625	ppb
$R_x(\eta)$	20,038	mas
$R_y(\vartheta)$	9,924	mas
$R_z(\kappa)$	2,392	mas

Sledi še neposredna transformacija vektorja hitrosti iz ITRF2014 v ETRF2000. Če za potrebe določitve vektorja hitrosti tokrat predpostavimo kar $\mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t) \approx \mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t_0)$, lahko enačbo (17) preoblikujemo v:

$$\dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF14}} \approx \dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF00}} - b \cdot \mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t) - \dot{\mathbf{T}}_0 \quad (43)$$

Namesto $\dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF00}}$ vstavimo enačbo (30) in predpostavimo še $\mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t) \approx \mathbf{X}_{\text{ITRF00}}(t_0)$ ter dobimo:

$$\dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF14}} \approx \dot{\mathbf{X}}_{\text{ETRF00}} - (b \cdot \mathbf{I} + \dot{\mathbf{R}}_1) \cdot \mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t) - \dot{\mathbf{T}}_0 \quad (44)$$

Enačbo (44) zdaj ustrezno preoblikujemo, da dobimo neposredno enačbo za vektor hitrosti v ciljnem sestavu:

$$\dot{\mathbf{X}}_{\text{ETRF00}} \approx \dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF14}} + (b \cdot \mathbf{I} + \dot{\mathbf{R}}_1) \cdot \mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t) + \dot{\mathbf{T}}_0 \quad (45)$$

Razen za dalj časa delujoče stalne GNSS-postaje vektorja hitrosti v izvornem sestavu (ITRF2014) seveda nimamo. V tem primeru ga določimo iz vektorja hitrosti v ETRF2000 – tvorjenega z geokinematskim modelom ali pa kar ničelnega, če modela nimamo – uporabimo enačbo (44). Če uporabimo kar ničelni vektor hitrosti v ETRF2000, pa lahko zapišemo še grobo oceno vektorja hitrosti v ITRF2014:

$$\dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF14}} \approx -(b \cdot \mathbf{I} + \dot{\mathbf{R}}_1) \cdot \mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t) - \dot{\mathbf{T}}_0 \quad (46)$$

4.2 Neposredna transformacija iz ETRS89/D96-17 v ITRF2014

Preoblikujemo enačbo (36) in dobimo:

$$\mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t) \approx ((1+r) \cdot \mathbf{I} + \mathbf{R}_3)^{-1} \cdot (\mathbf{X}_{\text{D96-17}} - \mathbf{T}_3) - (t_0 - t) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF14}} \quad (47)$$

Po zgledih iz podpoglavij 2.2–2.4 lahko še nekoliko bolj grob približek izpeljemo iz enačbe (36); obratno transformacijo določimo kar s pomočjo parametrov z nasprotnimi predznaki:

$$\mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t) + (t_0 - t) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF14}} \approx ((1-r) \cdot \mathbf{I} - \mathbf{R}_3) \cdot \mathbf{X}_{\text{D96-17}} - \mathbf{T}_3 \quad (48)$$

in dobimo končno obliko:

$$\mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t) \approx ((1-r) \cdot \mathbf{I} - \mathbf{R}_3) \cdot \mathbf{X}_{\text{D96-17}} - \mathbf{T}_3 - (t_0 - t) \cdot \dot{\mathbf{X}}_{\text{ITRF14}} \quad (49)$$

Iz enačbe (49) izhaja, da moramo pred določitvijo koordinat v ciljnem sestavu določiti vektor hitrosti. Izhajamo iz enačbe (44). Da se izognemo iterativnemu postopku transformacije, za potrebe določitve vektorja hitrosti predpostavimo še $\mathbf{X}_{\text{ITRF14}}(t) \approx \mathbf{X}_{\text{D96-17}}$ in dobimo končno obliko:

$$\dot{X}_{ITRF14} \approx \dot{X}_{ETRF00} - (b \cdot I + \dot{R}_1) \cdot X_{D96-17} - \dot{T}_0 \quad (50)$$

Če uporabimo kar ničelni vektor hitrosti v ETRF2000, pa lahko zapišemo še nekoliko bolj grobo oceno vektorja hitrosti v ITRF2014:

$$\dot{X}_{ITRF14} \approx -(b \cdot I + \dot{R}_1) \cdot X_{D96-17} - \dot{T}_0 \quad (51)$$

4.3 Neposredna transformacija med ETRS89/D96-17 in ITRF2014 samo v odvisnosti od časa

Če vektorjev hitrosti točk v ETRF2000 ne poznamo in uporabimo kar ničelne vektorje – torej Slovenijo geotektonsko obravnavamo kot stabilen del Evrope –, lahko zapišemo neposredne povezave med slovenskim in mednarodnim terestričnim referenčnim sestavom zgolj v odvisnosti od izbrane epohe (t). Če enačbo (51) vstavimo v enačbo (49), dobimo neposredno enačbo transformacije iz D96-17 v ITRF2014@ t :

$$X_{ITRF14}(t) \approx ((1-r) \cdot I - R_3 + (t_0 - t) \cdot (b \cdot I + \dot{R}_1)) \cdot X_{D96-17} - T_3 + (t_0 - t) \cdot \dot{T}_0 \quad (52)$$

Enačbo (52) lahko razčlenimo še v enačbe za posamezne koordinate, brez uporabe matrik:

$$X_{ITRF14}(t) \approx (1-r) \cdot X_{D96-17} + \kappa \cdot Y_{D96-17} - \vartheta \cdot Z_{D96-17} - o + (t_0 - t) \cdot (b \cdot X_{D96-17} - \gamma \cdot Y_{D96-17} + \beta \cdot Z_{D96-17} + e) \quad (53)$$

$$Y_{ITRF14}(t) \approx -\kappa \cdot X_{D96-17} + (1-r) \cdot Y_{D96-17} + \eta \cdot Z_{D96-17} - p + (t_0 - t) \cdot (\gamma \cdot X_{D96-17} + b \cdot Y_{D96-17} - \alpha \cdot Z_{D96-17} + f) \quad (54)$$

$$Z_{ITRF14}(t) \approx \vartheta \cdot X_{D96-17} - \eta \cdot Y_{D96-17} + (1-r) \cdot Z_{D96-17} - q + (t_0 - t) \cdot (-\beta \cdot X_{D96-17} + \alpha \cdot Y_{D96-17} + b \cdot Z_{D96-17} + g) \quad (55)$$

Enačbo (52) lahko preoblikujemo v:

$$X_{D96-17} \approx ((1-r) \cdot I - R_3 + (t_0 - t) \cdot (b \cdot I + \dot{R}_1))^{-1} \cdot (X_{ITRF14}(t) + T_3 - (t_0 - t) \cdot \dot{T}_0) \quad (56)$$

Po zgledih iz podpoglavij 2.2–2.4 lahko tudi približek enačbe (56) zapišemo s pomočjo parametrov z nasprotnimi predznaki in dobimo še končno obliko neposredne enačbe transformacije iz ITRF2014@ t v D96-17:

$$X_{D96-17} \approx ((1+r) \cdot I + R_3 - (t_0 - t) \cdot (b \cdot I + \dot{R}_1)) \cdot X_{ITRF14}(t) + T_3 - (t_0 - t) \cdot \dot{T}_0 \quad (57)$$

Tudi enačbo (57) lahko razčlenimo še v enačbe za posamezne koordinate, brez uporabe matrik:

$$X_{D96-17} \approx (1+r) \cdot X_{ITRF14}(t) - \kappa \cdot Y_{ITRF14}(t) + \vartheta \cdot Z_{ITRF14}(t) + o + (t_0 - t) \cdot (-b \cdot X_{ITRF14}(t) + \gamma \cdot Y_{ITRF14}(t) - \beta \cdot Z_{ITRF14}(t) - e) \quad (58)$$

$$Y_{D96-17} \approx \kappa \cdot X_{ITRF14}(t) + (1+r) \cdot Y_{ITRF14}(t) - \eta \cdot Z_{ITRF14}(t) + p + (t_0 - t) \cdot (-\gamma \cdot X_{ITRF14}(t) - b \cdot Y_{ITRF14}(t) + \alpha \cdot Z_{ITRF14}(t) - f) \quad (59)$$

$$Z_{D96-17} \approx -\vartheta \cdot X_{ITRF14}(t) + \eta \cdot Y_{ITRF14}(t) + (1+r) \cdot Z_{ITRF14}(t) + q + (t_0 - t) \cdot (\beta \cdot X_{ITRF14}(t) - \alpha \cdot Y_{ITRF14}(t) - b \cdot Z_{ITRF14}(t) - g) \quad (60)$$

Pri uporabi navedenih transformacijskih parametrov velja opozoriti na ustrezne pretvorbe ob njihovi uporabi; pomike in njihove odvode po času delimo s 1000, zasuke in njihove odvode po času pomnožimo s π in delimo s 648.000.000, razlike enot merila in njihove odvode po času pa delimo z 1000.000.000.

5 ANALIZA TRANSFORMACIJ MED ETRS89/D96-17 IN ITRF2014

Najprej je predstavljena analiza razlik koordinat izbrane točke v D96-17 in ITRF2014. Koordinatne razlike so podane v odvisnosti od epohe določitve koordinat v ITRF2014, in sicer v trirazsežnem kartezičnem koordinatnem sistemu (X, Y, Z) in sestavljenem koordinatnem sistemu (e, n, b) , torej z ravninskima koordinatama in elipsoidno višino. Za to analizo so uporabljene stroge enačbe transformacij.

Nato je predstavljena analiza točnosti različnih metod in enačb transformacij med D96-17 in ITRF2014 (podanih v poglavjih 2 in 4). Gre za preverjanje točnosti različnih poenostavitvev enačb transformacij v primerjavi s strogimi enačbami in ne za analizo negotovosti koordinat v ciljnem referenčnem sestavu (po zakonu o prenosu varianc in kovarianc). Koordinate in hitrosti točk v izvornem referenčnem sestavu kot tudi transformacijski parametri so torej obravnavani kot absolutno točni (dani), ugotavljamo pa računске napake koordinat in ciljnem referenčnem sestavu. Vsi izračuni so izvedeni s tako imenovano dvojno natančnostjo (angl. *double precision*), brez vmesnih zaokrožitvev koordinat.

Na koncu je predstavljen še poskus analize vpliva spremenljive časovne enote (decimalno leto) na kakovost transformacije med D96-17 in ITRF2014.

Predstavljene podrobne analize transformacij se nanašajo na EPN-postajo GSR1 v Ljubljani, ki je za zdaj edina točka v Sloveniji s kakovostno določenima vektorjema koordinat in tudi hitrosti v ETRF2000. Uporabljeni so bili produkti EPN v obliki kumulativnih izračunov koordinat in vektorjev hitrosti (Bruyninx in sod., 2012 in 2019; EPN Class A, 2021), in sicer za zadnjo kumulativno rešitev do vključno GPS-te dna 2130 (C2130). Podobne analize pa so bile izvedene tudi za tri najbližje EPN-postaje v sosesčini, in sicer za postaje GRAZ (Gradec) v Avstriji, PORE (Poreč) na Hrvaškem in ZOUF (Zouf Plan) v Italiji.

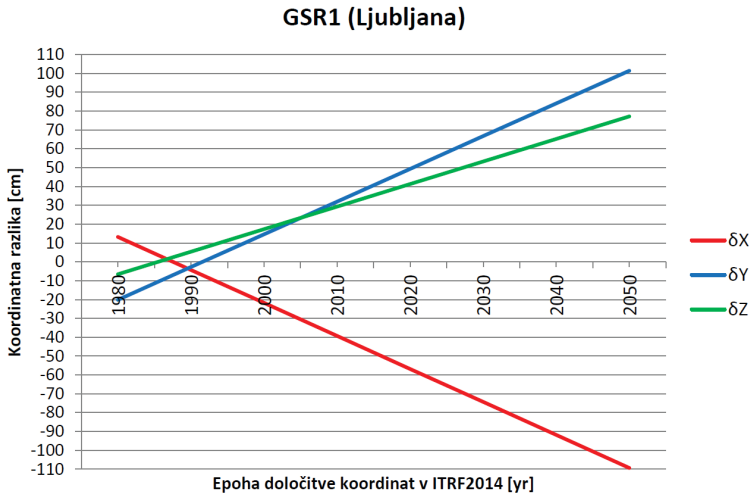
5.1 Koordinatne razlike med ETRS89/D96-17 in ITRF2014

Najmanjše absolutne razlike trirazsežnih kartezičnih koordinat (X, Y, Z) za EPN-postajo GSR1 (Ljubljana) v referenčnih sestavih D96-17 in ITRF2014 bi zabeležili 11. februarja 1989 (epoha 1989,115); absolutna razlika za Y - in Z -koordinati bi znašala 4,30 cm. Ob uveljavitvi koordinatnega sestava D96-17, tj. 1. januarja 2020 (epoha 2020,0), je največja razlika (za X -koordinato) znašala 56,81 cm, 4. septembra 2044 (epoha 2044,675) pa bo največja razlika (za X -koordinato) preseгла 100 cm. Razlike med kartezičnimi koordinatami v D96-17 in ITRF2014 v odvisnosti od ciljne epohe so prikazane na sliki 1.

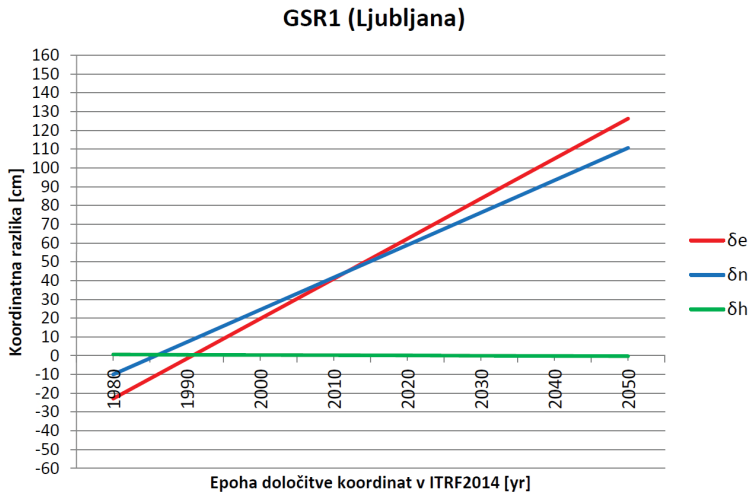
Koordinatne razlike med kartezičnimi koordinatami v D96-17 in ITRF2014 se s časom spreminjajo linearno. Največja absolutna koordinatna razlika za EPN-postajo GSR1 narašča (od 27. novembra 1991 dalje) s hitrostjo 1,75 cm/yr (za X -koordinato), kar je tudi absolutno največja komponenta njenega vektorja hitrosti v ITRF2014.

Za isto točko (GSR1) je izvedena tudi analiza razlik med ravninskimi koordinatami (e, n) in elipsoidnimi višinami (b) v D96-17 in ITRF2014. Najmanjše absolutne razlike koordinat bi zabeležili 11. julija 1988 (epoha 1988,527); absolutna razlika za e - in n -koordinati bi znašala 4,69 cm. Ob uveljavitvi koordinatnega

sestava D96-17, tj. 1. januarja 2020 (epoha 2020,0), je največja razlika (za e -koordinato) znašala 62,32 cm, 13. septembra 2037 (epoha 2037,699) pa bo največja razlika (za e -koordinato) presegla 100 cm. Razlike med ravninskimi koordinatami in elipsoidnimi višinami v D96-17 in ITRF2014 v odvisnosti od ciljne epohe so prikazane na sliki 2.



Slika 1: Razlike med kartezičnimi koordinatami: ITRF2014@t minus D96-17.



Slika 2: Razlike med ravninskimi koordinatami in elipsoidnimi višinami: ITRF2014@t minus D96-17.

Absolutna razlika med elipsoidnima višinama v D96-17 in ITRF2014 je zelo majhna. Ob uveljavitvi koordinatnega sestava D96-17, tj. 1. januarja 2020 (epoha 2020,0), je znašala 0,11 cm. Razlika se odtlej manjša in 25. septembra 2028 (epoha 2028,732) bo elipsoidna višina EPN-postaje GSR1 v obeh referenčnih sestavih enaka, nato pa se bo razlika spet počasi večala; šele sredi leta 2108 bo presegla 1 cm.

Tudi koordinatne razlike med ravninskimi koordinatami v D96-17 in ITRF2014 se s časom spreminjajo linearno. Največja absolutna koordinatna razlika za EPN-postajo GSR1 narašča (od 27. avgusta 2011 dalje) s hitrostjo 2,13 cm/yr (za e -koordinato), kar se ujema z absolutno največjo horizontalno komponento njenega vektorja hitrosti v ITRF2014. Tudi za ostale analizirane stalne postaje so vektorji hitrosti točk v ITRF2014 (kartirani v TM-projekciji) zelo podobni. Komponente, ki ustrezajo e -koordinatam, so od navedene hitrosti za ljubljansko postajo pa do 2,22 cm/yr za EPN-postajo PORE (Poreč), torej so ekstremne vrednosti komponent vektorjev v razmerju 1 : 1,042, glede na EPN-postajo GSR1 pa znašajo razlike do 4,2 % vrednosti komponente vektorja.

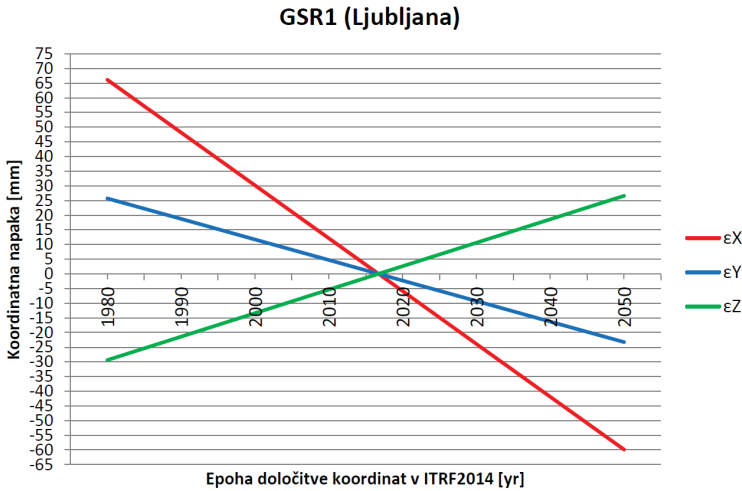
5.2 Točnost transformacij med ETRS89/D96-17 in ITRF2014

Najprej je bila preverjena povratnost (reverzibilnost) transformacije z uporabo strogih enačb. Za transformacijo iz D96-17 v ITRF2014 je bil uporabljena enačba (33) in nato postopek A (glej podpoglavje 3.1), za transformacijo iz ITRF2014 v D96-17 pa postopek B (glej podpoglavje 3.2) in nato enačba (32). Za vse štiri analizirane EPN-postaje (GRAZ, GSR1, PORE in ZOUF) je absolutna koordinatna napaka po transformaciji iz izvornega v ciljni in nazaj v izvorni referenčni sestav za vse tri kartezične koordinate manjša od 2 nm (0,000000002 m), kar je na meji dosegljive natančnosti računanja koordinat na površju Zemlje z dvojno natančnostjo (angl. *machine precision*).

Nato je bila analizirana točnost približkov enačb transformacij med D96-17 in ITRF2014 – z uporabo izvornih transformacijskih parametrov z nasprotnimi parametri pri določitvi vektorjev koordinat in hitrosti točk (prvi približki) in/ali z uporabo približnih koordinat pri določitvi vektorjev hitrosti točk (drugi približki). Za transformacijo iz ITRF2014 v D96-17 sta bili tako uporabljeni enačba (12) namesto (11) in enačba (25) namesto (24), za obratno transformacijo pa so bile uporabljene enačba (34) namesto (33), enačba (28) namesto (26), enačba (29) ali (30) namesto (27), enačba (15) namesto (13), in enačba (16) ali (17) namesto (14). Za vse štiri EPN-postaje je ne glede na izbor približnih enačb absolutna koordinatna napaka za vse tri kartezične koordinate (v ciljnem sestavu) manjša od 0,1 μ m (0,0000001 m), in sicer za ciljne epohe vse do leta 2285.

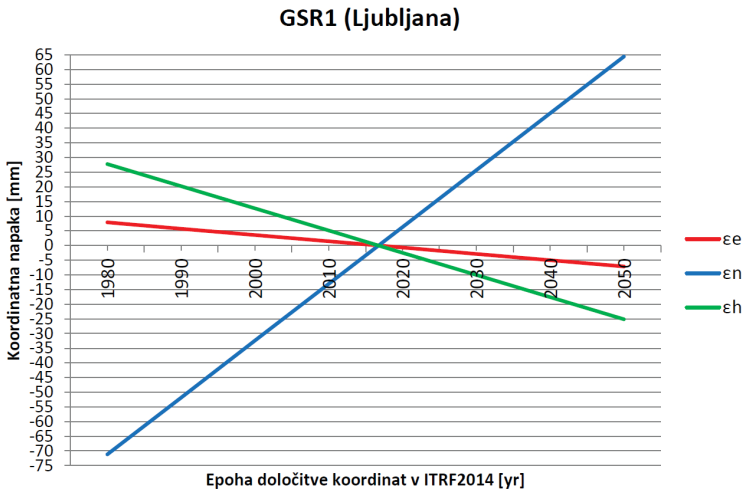
Sledila je analiza točnosti izpeljanih enačb za neposredno transformacijo koordinat med D96-17 in ITRF2014, torej enačbe (36) za transformacijo iz ITRF2014 v D96-17 in enačb (50) in (49) za obratno transformacijo. Za vse štiri EPN-postaje znaša absolutna koordinatna napaka v ciljnem sestavu za vse tri kartezične koordinate do okoli 0,01 mm. Koordinatne napake se z oddaljevanjem od referenčne epohe večajo zelo počasi in presežejo 0,02 mm šele v letu 6930.

Končno je bila izvedena še analiza koordinatnih napak pri transformacijah med D96-17 in ITRF2014 zaradi neupoštevanja pravih vektorjev hitrosti (določenih na podlagi časovnih vrst koordinat), torej ko zgolj privzamemo ničelne vektorje hitrosti v ETRF2000 (in ozemlje Slovenije geotektonsko obravnavamo kot stabilen del Evrope). Za analizo EPN-postaje GSR1 (Ljubljana) sta bili (poleg strogih enačb) uporabljeni enačbi (52) in (57). Trirazsežne kartezične koordinate (X, Y, Z) so v ciljnem sestavu brez napak v referenčni epohi referenčnega sestava D17, tj. 1. oktobra 2016 (epoha 2016,750). Z oddaljevanjem od referenčne epohe se največja absolutna koordinatna napaka večja. 20. aprila 2022 (epoha 2022,301) bo največja napaka (za X -koordinato) presegla 10 mm, 19. aprila 2072 (epoha 2072,298) pa bo največja napaka (prav tako za X -koordinato) presegla 100 mm. Napake trirazsežnih kartezičnih koordinat pri transformacijah med D96-17 in ITRF2014 (v ciljnem sestavu) v odvisnosti od ciljne epohe so prikazane na sliki 3.



Slika 3: Napake kartezičnih koordinat pri transformaciji med D96-17 in ITRF2014_t zaradi neupoštevanja pravega vektorja hitrosti v ETRF2000 (tj. ob privzemem ničelnega vektorja).

Koordinatne napake v kartezičnem koordinatnem sistemu pri transformaciji med D96-17 in ITRF2014 zaradi nepoznavanja vektorja hitrosti v ETRF2000 se s časom spreminjajo linearno. Največja absolutna koordinatna napaka za EPN-postajo GSR1 narašča s hitrostjo 1,80 mm/yr (za X-koordinato), kar je tudi absolutno največja komponenta njenega vektorja hitrosti v ETRF2000 (glej EPN Class A, 2021).



Slika 4: Napake ravninskih koordinat in elipsoidnih višin pri transformaciji med D96-17 in ITRF2014_t zaradi neupoštevanja pravega vektorja hitrosti v ETRF2000 (tj. ob privzemem ničelnega vektorja).

Za isto točko (GSR1) je izvedena tudi analiza napak ravninskih koordinat (e, n) in elipsoidnih višin (h). Tudi te so v ciljnem sestavu brez napak v referenčni epohi referenčne sestava D17, tj. 1. oktobra 2016

(epoha 2016,750). Z oddaljevanjem od referenčne epohe se največja absolutna koordinatna napaka večja; 27. novembra 2021 (epoha 2021,904) bo največja napaka (za n -koordinato) preseгла 10 mm, 13. maja 2068 (epoha 2068,363) pa bo največja napaka (prav tako za n -koordinato) preseгла 100 mm. Napake ravninskih koordinat in elipsoidnih višin pri transformacijah med D96-17 in ITRF2014 (v ciljnem sestavu) v odvisnosti od ciljne epohe so prikazane na sliki 4.

Tudi koordinatne napake v ravninskem sistemu in napake elipsoidnih višin pri transformaciji med D96-17 in ITRF2014 zaradi nepoznavanja vektorja hitrosti v ETRF2000 se s časom spreminjajo linearno. Največja absolutna koordinatna napaka za EPN-postajo GSR1 narašča s hitrostjo 1,94 mm/yr (za n -koordinato), kar se ujema z absolutno največjo horizontalno komponento njenega vektorja hitrosti v ETRF2000. V nasprotju s primerjavo vektorjev hitrosti točk v ITRF2014 se vektorji hitrosti ostalih analiziranih postaj v ETRF2000 (kartirani v TM-projekciji) seveda precej razlikujejo. Komponente, ki ustrezajo n -koordinatam, znašajo med 0,40 mm/yr za EPN-postajo GRAZ (Gradec) in 2,54 mm/yr za EPN-postajo PORE (Poreč), torej so ekstremne vrednosti komponent vektorjev v razmerju 1 : 6,35, glede na EPN-postajo GSR1 pa znašajo razlike do 79,4 % vrednosti komponente vektorja.

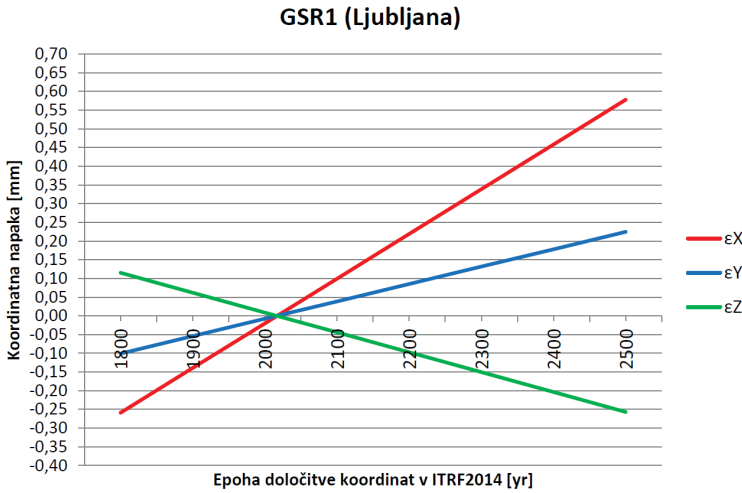
5.3 Vpliv uporabe spremenljive časovne enote na transformacijo med ETRS89/D96-17 in ITRF2014

Način določitve epohe vpliva že na parametre transformacij med različnimi realizacijami ITRS ter med realizacijami ITRS in ETRS89, ki jih v našem primeru prevzamemo kot dane količine. Poleg tega se napaka določitve epohe zaradi spremenljive dolžine leta periodično večja proti sredinam let in manjša proti vsakokratnemu novemu letu. Za grobo oceno vpliva uporabe spremenljive časovne enote [yr] na kakovost transformacije med D96-17 in ITRF2014 lahko predpostavimo, da je bil dani vektor hitrosti \dot{X}_{ETRF00} določen v obdobju brez prestopnega leta. V tem primeru bi pri določitvi komponent vektorja hitrosti upoštevali, da ima leto 365 dni. Za izračun povprečne dolžine leta je treba vzeti periodo 400 let – s 303 običajnimi leti s po 365 dnevi in s 97 prestopnimi leti s po 366 dnevi. Povprečno gregorijansko leto tako meri 365,2425 dni. Napako, ki bi jo povzročili z uporabo našega vektorja hitrosti pri transformaciji koordinat skozi daljše časovno obdobje, lahko ocenimo s popravljenim vektorjem hitrosti:

$$\dot{X}'_{ETRF00} = 365 \cdot \dot{X}_{ETRF00} / 365,2425 \quad (61)$$

Popravki vektorja hitrosti po enačbi (61) znašajo 0,66 % vrednosti njegovih komponent. Trirazsežne kartezične koordinate (X, Y, Z) so v ciljnem sestavu brez napak v referenčni epohi referenčnega sestava D17, tj. 1. oktobra 2016 (epoha 2016,750). Z oddaljevanjem od referenčne epohe se največja absolutna koordinatna napaka večja, vendar zelo počasi. Za EPN-postajo GSR1 (Ljubljana) bi ob upoštevanju zgornjih predpostavk šele v letu 2853 največja napaka (za X -koordinato) preseгла 1 mm. Ocenjene napake trirazsežnih kartezičnih koordinat pri transformacijah med D96-17 in ITRF2014 (v ciljnem sestavu) zaradi uporabe spremenljive časovne enote so za to postajo prikazane na sliki 5.

Na opisani način ocenjene koordinatne napake transformacije med D96-17 in ITRF2014 zaradi uporabe spremenljive časovne enote se s časom spreminjajo linearno. Največja absolutna koordinatna napaka za EPN-postajo GSR1 narašča s hitrostjo 1,20 $\mu\text{m}/\text{yr}$ (za X -koordinato).



Slika 5: Napake kartezičnih koordinat pri transformaciji med D96-17 in ITRF2014@t zaradi uporabe spremenljive časovne enote (decimalno leto).

6 RAZPRAVA

Iz analize koordinatnih razlik med D96-17 in ITRF2014 vidimo (sliki 1 in 2), da te s časom enakomerno naraščajo in postajajo nezanemarljive tudi za skupnost uporabnikov GIS. V Ljubljani bodo razlike med ravninskimi koordinatami presegle magično mejo enega metra v letu 2037. Po drugi strani so tehnološke zahteve pri določanju položaja in natančni navigaciji z razvojem novih tehnologij vse večje. Potrebo po kakovostnih transformacijah med državnim in mednarodnim TRS bo torej zaznaval vse širši krog uporabnikov.

Analiza točnosti različnih poenostavitev enačb (prvi približki za obratno transformacijo z uporabo iste enačbe in parametrov z nasprotnimi predznaki in drugi približki z uporabo približnih koordinat pri določitvi vektorjev hitrosti točk) pokaže (podpoglavje 5.2), da so vse navedene približne enačbe – vključno z neposrednima enačbama transformacij med D96-17 in ITRF2014@t (podpoglavji 4.1 in 4.2) – dovolj točne za vse praktične potrebe, tudi za najnatančnejše določitve koordinat v geodeziji. Glede na dosegljivo natančnost določitve vektorjev hitrosti s tehnologijo GNSS pa so vsekakor zanemarljive tudi napake pri transformacijah zaradi uporabe spremenljive časovne enote (podpoglavje 5.3). Argument za uporabo strogih enačb pri obratni transformaciji je izogibanje kumulativnim napakam pri večkratnih transformacijah iz izvornega v ciljni sestav in nazaj – ko na primer pri transformaciji iz ITRF2014 v D17 vektor hitrosti določamo iz geokinematskega modela in moramo uporabiti iterativni postopek (podpoglavje 3.2, postopek B). Nezanemarljiv je tudi učinek povratnosti transformacije na zaupanje uporabnikov v programsko opremo (Ruffhead, 2021).

Iz analize točnosti transformacij med D96-17 in ITRF2014, ko vektorja hitrosti v ETRF2000 ne poznamo, pa vidimo (sliki 3 in 4), kako pomemben bo geokinematski model države za ohranjanje kakovosti državnega koordinatnega sistema na dolgi rok. Še posebej to velja, ker so vektorji hitrosti v ETRF2000

po različnih delih države precej različni, tako po dolžini kot po smeri. V Ljubljani bodo napake pri ravninskih koordinatah še letos presegle 1 cm, kritično mejo 10 cm pa v letu 2068. Najnovejša različica Navodil za zgotovitve EUREF (tj. za nove državne realizacije ETRS89) že pri obdelavi kampanjskih izmer, ki trajajo dlje kot en mesec, predpisuje tudi modeliranje vektorjev hitrosti (Legrand in sod., 2021, str. 6–7). Glede na rezultate analiz pa lahko sklenemo, da sta poenostavljeni neposredni enačbi transformacij med D96-17 in ITRF2014, ki ne upoštevata lokalnih deformacij – enačbi (52) in (57) –, primerni za večino negeodetskih uporabnikov, kjer je zahtevana točnost transformacije koordinat med D96-17 in ITRF2014@*t* nekajcentimtrska ali slabša.

7 ZAKLJUČEK

Za zagotavljanje kakovosti sodobnega državnega terestričnega referenčnega sistema, ki temelji na tehnologiji GNSS, je nujno poznavanje razmerij med aktualnim državnim in mednarodnim terestričnim referenčnim sestavom, ki pa se zaradi delovanja tektonike s časom spreminjajo. Strategija EUREF temelji na vzpostavitvi gostega polja vektorjev hitrosti, kar bo omogočalo kakovostno modeliranje lokalnih deformacij na območju vse Evrope (Bruyninx in sod., 2017). Zato je za Slovenijo poleg lastnih projektov (mreža 0. reda, SLOKIN) zelo pomembno tudi sodelovanje pri tovrstnih mednarodnih aktivnostih (na primer v okviru EPN, EPOS, CEGRN). Končni cilj je vzpostavitev geokinematskega modela, ki bi omogočil prehod s statičnih na (pol)kinematične terestrične referenčne sestave. To bo prineslo bistveno izboljšanje kakovosti državnih koordinatnih sistemov na dolgi rok. Koordiniranje teh aktivnosti na mednarodni ravni pa zagotavlja tudi čezmejno skladnost in povezljivost teh sistemov.

Kakovostne časovno odvisne transformacije so osnovni pogoj tudi za izvajanje nekaterih metod geodetske izmere (npr. PPP), ki se pospešeno razvijajo – posebej z novimi, večfrekvenčnimi sistemi globalne satelitske navigacije, kot sta Galileo in BeiDou. Prav tako so te transformacije potrebne pri zagotavljanju storitev omrežij stalnih GNSS-postaj za določanje položaja v realnem času, kjer se izračuni koordinat praviloma izvajajo v aktualni realizaciji ITRS (produkcijske koordinate), uporabniku pa storitev zagotovi koordinate v aktualni realizaciji državnega koordinatnega sistema (distribucijske koordinate). Zaradi povečevanja koordinatnih razlik v državnem in globalnem sistemu pa postajajo transformacije med obema sistemoma nezanemarljive tudi pri natančni navigaciji.

V prispevku so na podlagi izvedenih analiz podana priporočila za izvajanje transformacij med aktualnim državnim (D96-17) in mednarodnim terestričnim referenčnim sestavom (ITRF2014), in sicer glede na zahtevano točnost transformacije in razpoložljivost vektorjev hitrosti točk – ali iz analize časovnih vrst koordinat ali pa iz ustreznega geokinematskega modela (poglavje 6). Enačbe oziroma njihove parametre pa bo seveda treba posodobiti ob vsaki novi slovenski realizaciji ETRS89 kot tudi ob vsaki novi realizaciji ITRS.

Literatura in viri:

- Altamimi, Z. (2018). Relationship and Transformation between the International and the European Terrestrial Reference Systems. EUREF Technical Note 1, Version June 28, 2018. IAG Reference Frame Subcommittee for Europe (EUREF), 11 str. <http://etrs89.ensg.ign.fr/pub/EUREF-TN-1.pdf>, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Altamimi, Z., Collilieux, X., Legrand, J., Garayt, B., Boucher, C. (2007). ITRF2005: A New Release of the International Terrestrial Reference Frame Based on

Time Series of Station Positions and Earth Orientation Parameters. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 112 (B9), 19 str. DOI: <https://doi.org/10.1029/2007JB004949>

- Altamimi, Z., Collilieux, X., Métivier, L. (2011). ITRF2008: An Improved Solution of the International Terrestrial Reference Frame. *Journal of Geodesy*, 85 (8), 457–473. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00190-011-0444-4>

- Altamimi, Z., Rebischung, P., Métivier, L., Collilieux, X. (2016). ITRF2014: A New Release of the International Terrestrial Reference Frame Modeling Nonlinear Station Motions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121 (8), 6109–6131. DOI: <https://doi.org/10.1002/2016JB013098>
- Altiner, Y., Pertl, J. (2018). Geodätischer Raumbezug von GNSS-Messungen – Der Beitrag des BKG zur Realisierung 2016. *Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, 143 (2), 114–120. DOI: <https://doi.org/10.12902/zfv-0201-2018>
- Berk, S. (2019). Obdelava GNSS-kampanje »EUREF Slovenija 2016«. Končno poročilo, 1106 str. + 12 prilog. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.
- Berk, S. (2020). ETRS89-SI – brezplačni program za transformacije koordinat med slovenskimi realizacijami ETRS89. *Geodetski vestnik*, 64 (4), 594–602. http://www.geodetski-vestnik.com/64/4/gv64-4_berk.pdf, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Berk, S., Boldin, D. (2017). Slovenski referenčni koordinatni sistemi v okolju GIS. *Geodetski vestnik*, 61 (1), 91–101. http://www.geodetski-vestnik.com/61/1/gv61-1_berk.pdf, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Berk, S., Boldin, D., Šavrič, B. (2018a). Nedavne posodobitve zbirke geodetskih parametrov EPSG in pregled podatkov, pomembnih za Slovenijo. *Geodetski vestnik*, 62 (4), 668–678. http://www.geodetski-vestnik.com/62/4/gv62-4_berk.pdf, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Berk, S., Komadina, Ž., Marjanovič, M., Radovan, D., Stopar, B. (2004). The Reconfiguration of the EUREF GPS Campaigns in Slovenia. Report on the Symposium of the IAG Reference Frame Subcommittee for Europe (EUREF), Toledo, Španija, 4.–7. junij 2003. EUREF publication, št. 13. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie*, vol. 33, str. 132–149. Frankfurt na Majni: Verlag des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie. <http://www.euref.eu/symposia/book2003/4-02-Berk.pdf>, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Berk, S., Sterle, O., Medved, K., Komadina, Ž., Stopar, B. (2018b). Computation of the EUREF Slovenia 2016 GNSS Campaign. Report on the Symposium of the IAG Reference Frame Subcommittee for Europe (EUREF), Amsterdam, Nizozemska, 30. maj–1. junij 2018, št. 28, 27 str. + 7 prilog. <http://www.euref.eu/symposia/2018Amsterdam/01-03-p-Berk.pdf>, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Berk, S., Sterle, O., Medved, K., Stopar, B. (2020). ETRS89/D96-17 – rezultat GNSS-izmere EUREF Slovenija 2016. *Geodetski vestnik*, 64 (1), 43–67. DOI: <http://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2020.01.43-67>
- Bruyninx, C., Altamimi, Z., Brockmann, E., Caporali, A., Dach, R., Dousa, J., Fernandes, R., Giannou, M., Habrich, H., Ihde, J., Jivall, L., Kenyeres, A., Lidberg, M., Pacione, R., Poutanen, M., Szafranek, K., Söhne, W., Stangl, G., Torres, J., Völsken, C. (2017). Implementation of the ETRS89 in Europe: Current Status and Challenges. *Proceedings of the Symposium on Reference Frames for Applications in Geosciences (REFAG 2014)*, Kirchberg, Luksemburg, 13.–17. oktober 2014. International Association of Geodesy Symposia, 146, 135–145. DOI: https://doi.org/10.1007/1345_2015_130
- Bruyninx, C., Habrich, H., Söhne, W., Kenyeres, A., Stangl, G., Völsken, C. (2012). Enhancement of the EUREF Permanent Network Services and Products. *Proceedings of the 2009 IAG Symposium “Geodesy for Planet Earth”*, Buenos Aires, Argentina, 31. avgust–4. september 2009. International Association of Geodesy Symposia, 136, 27–34. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-20338-1_4
- Bruyninx, C., Legrand, J., Fabian, A., Pottiaux, E. (2019). GNSS Metadata and Data Validation in the EUREF Permanent Network. *GPS Solutions*, 23 (4), 106. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10291-019-0880-9>
- Dach, R., Lutz, S., Walser, P., Fridez, P. (2015). *Bernese GNSS Software. Version 5.2. User Manual*. 852 str. Bern: Astronomical Institute, University of Bern.
- EPN Class A (2021). *Class A EPN Station Positions and Velocities*. http://www.epncb.oma.be/ftp/station/coord/EPN/EPN_A_ETRF2000_C2130.SSC, pridobljeno 7. 5. 2021.
- ETRF/ITRF (2021). *EUREF Permanent GNSS Network: ETRF/ITRF Transformation*. Royal Observatory of Belgium. http://www.epncb.oma.be/_productsservices/coord_trans/, pridobljeno 7. 5. 2021.
- EUREF Resolutions (2017). *EUREF 2017 Resolutions*. 27th Symposium of the IAG Reference Frame Subcommittee for Europe (EUREF), Wrocław, Poljska, 17.–19. maj 2017. <http://www.euref.eu/symposia/2017Wroclaw/06-01-Resolutions-EUREF2017.pdf>, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Fabiani, N., Ritlop, K. (2019). Trimble Online Processing – nova storitev za uporabnike omrežja SIGNAL. *Geodetski vestnik*, 63 (1), 104–108. http://www.geodetski-vestnik.com/63/1/gv63-1_fabiani.pdf, pridobljeno 7. 5. 2021.
- IAU Resolutions (1997). *The XXIIIrd International Astronomical Union General Assembly*, Kjoto, Japonska. https://www.iau.org/static/resolutions/IAU1997_French.pdf, pridobljeno 7. 5. 2021.
- ISO 19111 (2019). *Geographic Information – Referencing by Coordinates*. 3rd edition. Ženeva: International Organization for Standardization.
- ITRF Solutions (2021). *ITRF Solutions*. ITRF Website. Institut Géographique National. https://trf.ign.fr/ITRF_solutions/index.php, pridobljeno 7. 5. 2021.
- ITRS & WGS84 (2021). *ITRS and WGS84*. ITRF Website. Institut Géographique National. <ftp://trf-ftp.ign.fr/pub/trf/WGS84.TXT>, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Legrand, J., Bruyninx, C., Altamimi, Z., Caporali, A., Kenyeres, A., Lidberg, M. (2021). *Guidelines for EUREF Densifications*. Version 6. IAG Reference Frame Subcommittee for Europe (EUREF), 14 str. http://www.epncb.oma.be/_documentation/guidelines/Guidelines_for_EUREF_Densifications.pdf, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Medved, K., Berk, S. (2017). Proti novi realizaciji ETRS89. *Geodetski vestnik*, 61 (2), 293–295. http://www.geodetski-vestnik.com/61/2/gv61-2_medved.pdf, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Medved, K., Berk, S., Sterle, O., Stopar, B. (2018). Izzivi in dejavnosti v zvezi z državnim horizontalnim koordinatnim sistemom Slovenije. *Geodetski vestnik*, 62 (4), 567–586. DOI: <http://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2018.04.567-586>
- Petit, G., Luzum, B. (2010). *IERS Conventions*. IERS Technical Note No. 36, 179 str. Frankfurt na Majni: Verlag des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie. <https://www.iers.org/SharedDocs/Publicationen/EN/IERS/Publications/tn/TechnNote36/tm36.pdf>, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Poutanen, M., Häkli, P. (2018). Future of National Reference Frames – from Static to Kinematic? *Geodesy and Cartography*, 67 (1), 117–129. DOI: <https://doi.org/10.24425/118697>
- PROJ Contributors (2021). *PROJ Coordinate Transformation Software Library*. Open Source Geospatial Foundation. <https://proj.org/>, pridobljeno 7. 5. 2021.

- Ruffhead, A. C. (2021). Equivalence Properties of 3D Conformal Transformations and Their Application to Reverse Transformations. *Survey Review*, 53 (377), 158–168. DOI: <https://doi.org/10.1080/00396265.2019.1708604>
- Ruffhead, A. C., Whiting, B. M. (2020). Introduction to Geodetic Datum Transformations and Their Reversibility. *Surveying Working Paper No. 01/2020*, 26 str. London: University of East London.
- Sterle, O., Pavlovčič Prešeren, P., Kuhar, M., Stopar, B. (2009). Definicija, realizacija in vzdrževanje modernih koordinatnih sistemov. *Geodetski vestnik*, 53 (4), 679–694. http://www.geodetski-vestnik.com/53/4/gv53-4_679-694.pdf, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Sterle, O., Stopar, B., Pavlovčič Prešeren, P. (2014). Metoda PPP pri statični izmeri GNSS. *Geodetski vestnik*, 58 (3), 466–481. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2014.03.466-481>
- Stopar, B., Režek, J., Komadina, Ž., Medved, K., Berk, S., Bajec, K., Oven, K., Koler, B., Urbančič, T., Kuhar, M., Pavlovčič Prešeren, P., Sterle, O. (2015). Aktivnosti pri vzpostavitvi sodobnega geodetskega referenčnega sistema v Sloveniji. *Geodetska (r)evolucija*. 43. Geodetski dan, Sežana, 9.–10. april 2015. Zbornik posveta, str. 37–56. Ljubljana: Zveza geodetov Slovenije, in Nova Gorica: Primorsko geodetsko društvo.
- Stopar, B., Sterle, O., Ritlop, K., Pavlovčič Prešeren, P., Koler, B., Triglav Čekada, M., Radovan, D., Fabiani, N., Jamsšek Rupnik, P., Atanackov, J., Bavec, M., Vrabec, M. (2021). Projekt SLOKIN – geokinematski model ozemlja Slovenije. *Raziskave s področja geodezije in geofizike* 2020, 26. srečanje Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko, Ljubljana, 28. januar 2021. Zbornik del, letn. 26, str. 87–104. Ljubljana: Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko. http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/referati/2021/SZGG_2021_Stopar_in_dr.pdf, pridobljeno 7. 5. 2021.
- ZDGRS (2014). Zakon o državnem geodetskem referenčnem sistemu. Uradni list Republike Slovenije, št. 25/2014 in 61/2017 – ZAIID. <http://www.pisrs.si/Pisweb/pregledPredpisa?id=ZAKO6446>, pridobljeno 7. 5. 2021.
- Zurutuza, J., Caporali, A., Bertocco, M., Ishchenko, M., Khoda, O., Steffen, H., Figurski, M., Parseliunas, E., Berk, S., Nykiel, G. (2019). The Central European GNSS Research Network (CEGRN) Dataset. *Data in Brief*, 27, 104762, 15 str. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104762>



Berk S., Medved K. (2021). Transformacije med slovenskimi in mednarodnimi terestričnimi referenčnimi sestavi. *Geodetski vestnik*, 65 (3), 361–384.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.361-384>

Sandi Berk, univ. dipl. inž. geod.

*Geodetska uprava Republike Slovenije, Urad za geodezijo
Zemljemerska ulica 12, 1000 Ljubljana
e-naslov: sandi.berk@gov.si*

mag. Klemen Medved, univ. dipl. inž. geod.

*Geodetska uprava Republike Slovenije, Urad za geodezijo
Zemljemerska ulica 12, 1000 Ljubljana
e-naslov: klemen.medved@gov.si*

INTEGRACIJA ZEMLJIŠKEGA KATASTRA S PODATKI PROSTORSKIH AKTOV

INTEGRATION OF LAND CADASTRE WITH SPATIAL PLAN DATA

Martina Rakuša, Anka Lisec, Joc Triglav, Marjan Čeh

UDK: 528.44:711
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04
Prispelo: 12. 5. 2021
Sprejeto: 23. 7. 2021

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.385-399
PROFESSIONAL ARTICLE
Received: 12. 5. 2021
Accepted: 23. 7. 2021

IZVLEČEK

Vzpostavitev večnamenskega katastra, v smislu nadgradnje katastrskih vsebin z različnimi prostorskimi podatki, kot je namenska raba prostora, pomeni izziv tako v Sloveniji kot na mednarodni ravni. Namenska raba prostora močno vpliva na načrtovanje, razvoj in upravljanje prostora, zato je kakovostno prostorsko povezovanje zemljiškega katastra s podatki prostorskih aktov ključno za učinkovito upravljanje zemljišč. V prvem delu prispevka smo pregledali literaturo in dokumente, ki predpisujejo smernice za razvoj zemljiškega katastra in so osnova za razvoj podrobneje opisane predlagane metode povezovanja in usklajevanja podatkov zemljiškega katastra s podatki prostorskih aktov. Namenska raba prostora, ki je določena v prostorskih aktih, smo tako grafično kot atributno povezali z zemljiškim katastrom. Postopek smo preverili v Prekmurju s kakovostnim katastrom visoke položajne točnosti. Izbrani študijski območji sta katastrski občini Kramarovci in Nemčavci. Kot rezultat smo prikazali podatke namenske rabe prostora neposredno v zemljiškem katastru, s čimer dosežemo hkratno vzdrževanje obeh slojev. Na podlagi rezultatov za izbrani katastrski občini smo predlagano metodo kritično ovrednotili.

ABSTRACT

Establishing a multi-purpose cadastre, especially in terms of upgrading cadastral contents with the various spatial data, such as land use, is a challenge in Slovenia and internationally. Land use strongly affects spatial planning, development, and management, so high-quality spatial integration of the land cadastre with spatial plans data is crucial for effective land management. In the first part of the article, we reviewed the literature and documents that prescribe guidelines for the development of the land cadastre; we use these guidelines as a basis for developing a proposed method of linking and harmonising the data of the land cadastre with the spatial plan data. Land use is specified in spatial plans, and we linked it to the graphical and attribute land cadastre data layer. We tested the method in Prekmurje with a high-quality cadastre. Selected study areas are the municipalities of Kramarovci and Nemčavci. As a result, we presented land use data directly in the land cadastre database, which requires simultaneous land use and cadastre maintenance. Based on the results for selected cadastral municipalities, we critically evaluated the proposed method.

KLJUČNE BESEDE

večnamenski kataster, namenska raba, medopravilnost, povezljivost podatkov

KEY WORDS

multi-purpose cadastre, land use, interoperability, data connectivity

1 UVOD

Na področju zemljiškega katastra se v Sloveniji in širše na mednarodni ravni srečujemo z velikimi izzivi v povezavi z vzpostavitvijo večnamenskega katastra, ki ima pomembno vlogo tako z vidika podpore pravni varnosti nosilcem pravic na nepremičninah in fiskalnim politikam kot v celotnem procesu upravljanja nepremičnin. Sama ideja o večnamenskem katastru izvira v Evropi že iz povojnega obdobja, to je iz druge polovice 20. stoletja, ko so morale države s kakovostnimi podatki o zemljiščih tudi podpreti prostorsko načrtovanje in razvoj (Larsson, 1991; Dale in McLaughlin, 1999), zelo jasno pa je bila potreba po večnamenskem katastru poudarjena v mednarodnem dokumentu Kataster 2014 (Kaufman in Steudler, 1998), ki so ga izdali pri mednarodni zvezi geodetov FIG. Zaradi vse večje kompleksnosti pravic, omejitev in odgovornosti (angl. *rights, restrictions and responsibilities* – RRR) ter njihove vloge pri upravljanju prostora je zaznati veliko razvojnih dejavnosti, ki sledijo konceptu večnamenskega katastra (Lemmen, 2012; Paasch et al., 2015; van Oosterom in Lemmen, 2015) ter potrebam sodobnega sistema zemljiške administracije z vidika podpore trajnostnemu razvoju (Enemark, 2008; Bennett et al., 2008; Williamson et al., 2011).

Na mednarodni ravni so smernice za razvoj in posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture skupaj s celotnim sistemom zemljiške administracije predstavljene v dokumentih, ki so jih izdali Združeni narodi (ZN), Mednarodna zveza geodetov (FIG) in Mednarodna organizacija za standardizacijo (ISO) (Zupan et al., 2014). Z večnamenskim katastrom je povezana tudi vizija Evropske komisije, ki je na podlagi direktive INSPIRE (INSPIRE, 2007) vzpostavila evropsko infrastrukturo za zbirke prostorskih podatkov, kjer so predstavljene različne prostorske baze podatkov držav članic Evropske unije. V že navedenem dokumentu Kataster 2014 (Kaufmann in Steudler, 1998), ki je podal smernice za razvoj zemljiškega katastra, so predstavljeni rezultati dela skupine strokovnjakov FIG v obdobju 1994–1998 ter razvojne vizije zemljiškega katastra v naslednjih dvajsetih letih. Kataster 2014 je bil deloma uporabljen tudi kot podlaga za mednarodni standard ISO 19152:2012 Geografske informacije – Model domene za zemljiško administracijo (LADM; ISO, 2012) na področju zemljiške administracije LADM (angl. *Land Administration Domain Model*), ki je bil uradno izdan leta 2012 (Steudler, 2014; Zupan et al., 2014) in velja za prvi mednarodni standard na področju katastrov.

Tradicionalni podatkovni modeli sistema zemljiškega katastra praviloma ne omogočajo popolne informacijske podpore za sprejemanje odločitev že pri osnovnih dejavnostih upravljanja zemljišč, kot so transakcije na trgu ter posamični in množični katastrski postopki parcelnega preurejanja. Eden izmed velikih izzivov sistema zemljiškega katastra v Sloveniji je, kako vključiti oziroma kakovostno povezati podatke prostorskih planskih aktov v podatkovno bazo zemljiškega katastra. Prostorski akti so namreč tisti, ki močno vplivajo na pravice, omejitve in odgovornosti upravljanja zemljišč, s tem pa tudi na vrednost in transakcije. Ideja o povezavi katastrskih podatkov in podatkov prostorskih aktov sicer ni nova, tako je bil že v Zakonu o zemljiškem katastru (ZZKat, 1974) predviden tako imenovani prostorski del katastrskega operata, ki pa v praksi ni zaživel. Ob tem velja spomniti, da so bili takratni katastrski uradi del občinskih služb in so bili močno vpeti v potrebe lokalnih skupnosti ter so s svojim delom skušali kar se da podpirati potrebe občin.

Korak naprej k medopravilnosti in izboljšanju kakovosti prostorskih podatkov v Sloveniji pomeni program projektov eProstor pod okriljem ministrstva za okolje in prostor (MOP) in geodetske uprave (GURS). V njegovem okviru je bila izvedena lokacijska oziroma položajna izboljšava grafičnega dela zemljiškega

katastra, zajemajo se podatki o pozidanih stavbnih zemljiščih, izvedena bo tudi informacijska prenova nepremičninskih evidenc ter druge dejavnosti, s katerimi naj bi pospešili in izboljšali procese na področjih urejanja prostora, graditve objektov in upravljanja nepremičnin (Čeh et al., 2015; Rotar in Murovec, 2019; Čeh et al., 2020; portal Prostor, 2021).

Namen raziskave, katere rezultate predstavljamo v tem prispevku, je bil na območju kakovostnih katastrskih načrtov s prostorskim povezovanjem katastrskih ter planskih aktov prevzeti podatke o namenski rabi zemljišč kot opisni podatek večnamenskega katastra (glej tudi Rakuša, 2020). Za študijsko območje smo izbrali dve katastrski občini na območju Prekmurja. V primerjavi s preostalo Slovenijo je zemljiški kataster v Prekmurju bistveno boljše položajne točnosti, predvsem zaradi drugačnega zgodovinskega razvoja, značilnih novih izmer in komasacij ter tem dejstvom prilagojene digitalizacije zemljiškega katastra (Triglav, 2008, 2010, 2013). V članku podrobneje predstavljamo predlagano metodo prostorskega povezovanja podatkov zemljiškega katastra s podatki namenske rabe prostora, natančneje občinskega prostorskega načrta (OPN), v sklepnem delu pa so prikazani rezultati povezovanja teh podatkov za dve izbrani katastrski občini, ki so tudi kritično ovrednoteni.

2 OPREDELITEV PROBLEMA

V hierarhiji prostorskih podatkov je zemljiški kataster temeljna evidenca zemljišč, zato so kakovostni podatki zemljiškega katastra bistvenega pomena za učinkovito upravljanje zemljišč. Na položajno in geometrično kakovost podatkov zemljiškega katastra, ki je izrednega pomena pri prostorskem povezovanju podatkov, vplivajo metode zajema in obdelave podatkov, ki so se močno spreminjale glede na časovno obdobje zajema, ter metode vzdrževanja zemljiškega katastra. Velika večina podatkov tako imenovanega zemljiškokatastrskega prikaza je nastala z digitalizacijo večkrat prerisanih katastrskih načrtov, podatki o parcelah pa tudi ne izkazujejo nujno dejanskega mirnega posestnega stanja v naravi – slednje velja predvsem za območja tako imenovanega grafičnega katastra, kjer izvorni podatki pretežno izvirajo še iz 19. stoletja, ko so se podatki kartirali z mersko mizico (Lisec in Ferlan, 2017). Zgodovina zemljiškega katastra je zelo pomembna pri ocenjevanju položajne točnosti grafičnega dela zemljiškega katastra, kar je ključnega pomena pri integraciji različnih prostorskih podatkov z zemljiškim katastrom.

Namenska raba prostora je po ZUreP-2 (2017) s prostorskimi akti določena raba površin in objektov, ki ob upoštevanju pretežnosti in prepletanja dopustnih dejavnosti določa namen, za katerega se lahko uporabljajo. Območja namenske rabe prostora so določena v izvedbenem delu občinskega prostorskega načrta (OPN) po posameznih enotah urejanja prostora, in sicer tako natančno, da je njihove meje mogoče grafično prikazati v zemljiškem katastru, kar pomeni, da je namenska raba prostora večinoma že zajeta po mejah zemljiškega katastra, kjer je to mogoče. Podatek o namenski rabi se v evidenci registra nepremičnin prikazuje kot delež glede na površino parcele. Geodetski upravi podatek o deležu namenske rabe v predpisanem formatu posredujejo lokalne skupnosti. Zaradi dnevnega vzdrževanja in sprememb zemljiškega katastra v geodetskih postopkih se pojavljajo odstopanja med podatki sloja namenske rabe prostora in podatki sloja zemljiškega katastra, kar lahko povzroča težave pri upravljanju zemljišč. Spremembe območij namenske rabe prostora so namreč mogoče samo v postopku spremembe OPN, zato sprotno prilagajanje podatkov sloja namenske rabe na novo urejene meje katastra po veljavni zakonodaji ni izvedljivo.

Pomemben cilj naloge je bil, da s čim manj nadgradnje obstoječih programskih in informacijskih rešitev razvijemo metodo za vključitev podatkov o namenski rabi zemljišč v zemljiški kataster. Pri tem smo izhajali iz nekdanjega načina shranjevanja podatkov o podrobni vrsti rabe zemljišč, katastrski kulturi in katastrskem razredu (PzKKZ, 1979). Žal se podatki o katastrski vrsti rabe v zemljiškem katastru ne vzdržujejo več od leta 2014, zato niso več ažurni. Podatki katastrskih vrst rabe iz arhiva zemljiškega katastra po vsebini niso več neposredno uporaben vir podatkov pri določevanju rabe zemljiških parcel v večnamenskem katastru, je pa format njihovega zapisa s predelavo neposredno uporaben pri povezavi namenske rabe prostora z zemljiškim katastrom. Kot opisujemo v članku, smo za povezavo atributnega dela podatkov namenske rabe s podatki zemljiškega katastra uporabili enako obliko in enak format zapisa podatkov o katastrskih vrstah rabe v podatkovni bazi zemljiškega katastra.

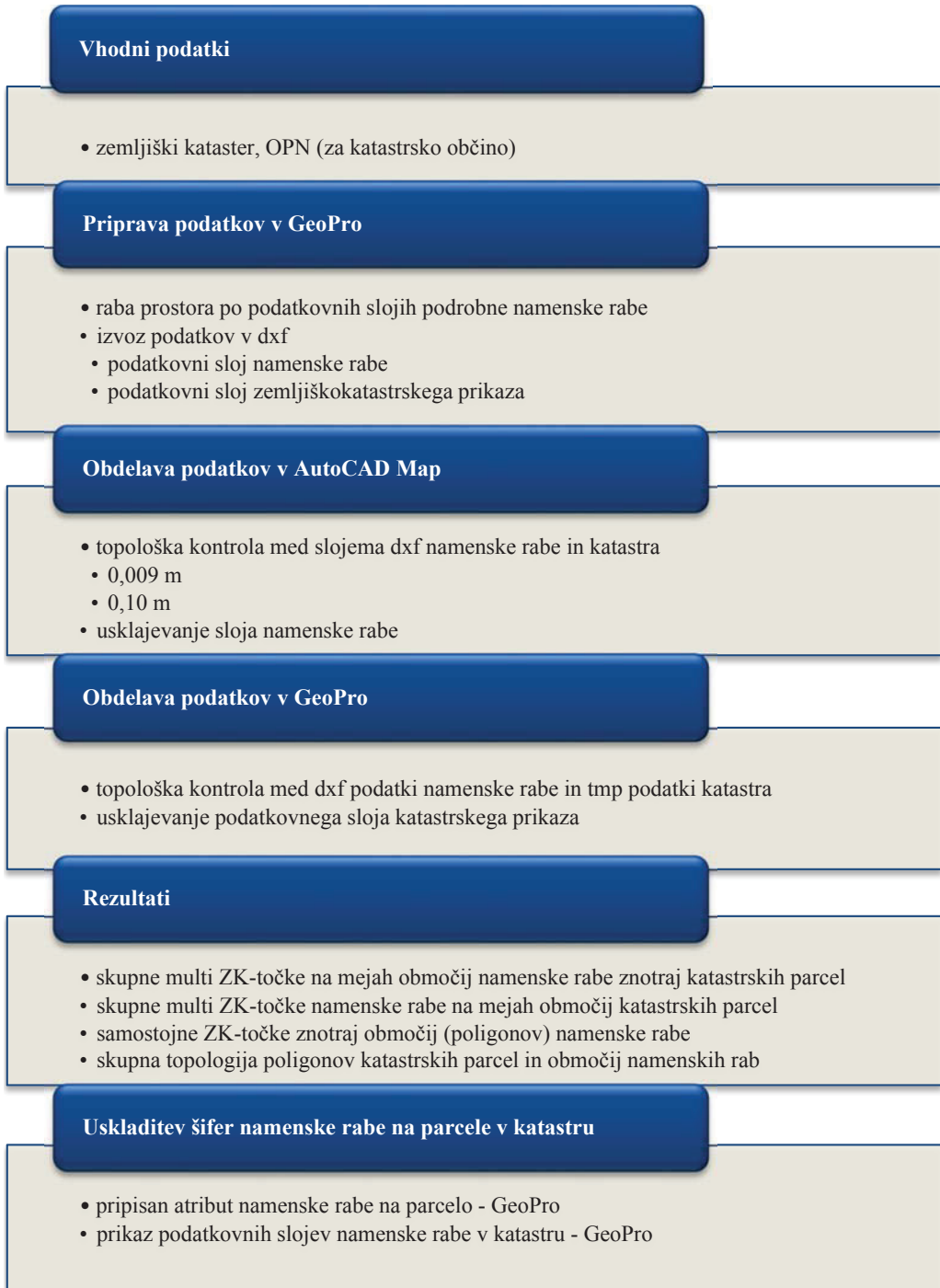
3 METODE DELA IN UPORABLJENI MATERIALI

Za raziskavo smo izbrali dve različni katastrski občini, to sta katastrska občina 31 Kramarovci, ki obsega 191,49 hektara ter leži na Goričkem ob državni meji z Avstrijo, in katastrska občina 108 Nemčavci s površino 322,04 hektara, ki leži v mestni občini Murska Sobota. Glede na lego in poseljenost imata zelo različno namensko rabo prostora. Podatke o namenski rabi prostora smo pridobili iz tako imenovanega grafičnega dela OPN v shp-formatu, to sta OPN mestne občine Murska Sobota za katastrsko občino Nemčavci in OPN občine Rogošovci za katastrsko občino Kramarovci. Podatki grafičnega dela zemljiškega katastra so v katastrski občini Nemčavci v celoti koordinatni, izmerjeni so bili v postopku komasacije in novih izmer med letoma 1988 in 1992, v katastrski občini Kramarovci pa se v večjem delu uporablja tako imenovani grafično-numerični kataster, ki je nastal z novo izmero leta 1957, del katastrske občine ob državni meji pa je bil izmerjen s komasacijo v letih 1990–1995. Prostorski podatki tako katastra kot namenske rabe prostora vsebujejo tako imenovane grafične podatke, to so podatki o geometriji in topologiji, ki so v vektorski obliki, na osnovne grafične entitete pa se navezujejo opisni oziroma atributni podatki. Vsi podatki so georeferencirani v uradnem državnem koordinatnem sistemu D96/TM.

Za obdelavo podatkov smo izbrali programsko opremo, ki nam je bila dostopna in omogoča izvajanje topoloških kontrol in topoloških uskladitev, za kar smo uporabili programski rešitvi GeoPro in AutoCAD Map. AutoCAD Map se v kolektivu geodetske pisarne Murska Sobota že desetletja uspešno uporablja za množično odpravo topoloških napak in urejanje vektorskih podatkov, kar je bil tudi glavni razlog za izbiro programa.

3.1 Opis metode povezovanja zemljiškega katastra in namenske rabe prostora



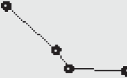











V prvi fazi naloge smo se osredotočili na povezovanje tako imenovanega grafičnega dela podatkov zemljiškega katastra in namenske rabe prostora. Podatke OPN smo obrezali po izbranih katastrskih občinah ter v programu GeoPro podatkovni sloj namenske rabe razdelili po posameznih podrobnih namenskih rabah prostora in podatke izvozili v obliki zapisa podatkov DXF. Prav tako smo v zapisu DXF izvozili podatkovni sloj zemljiškega katastra ter oba podatkovna sloja uvozili v program AutoCAD Map. Splošni sistematični pregled metode prostorskega povezovanja podatkov zemljiškega katastra in podatkov namenske rabe prostora je prikazan na shemi 1.



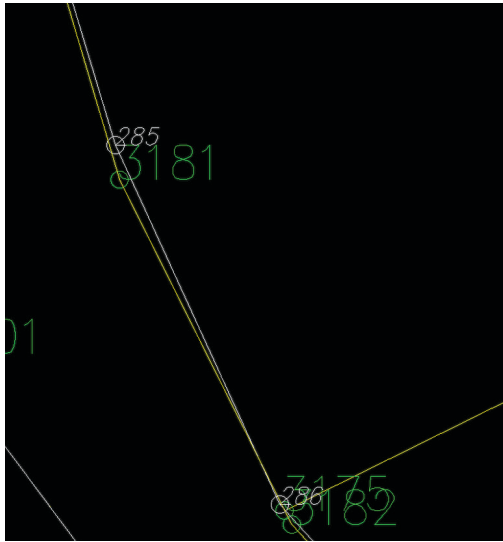
Shema 1: Sistematični pregled metodologije dela postopka povezovanja grafičnih in opisnih podatkov zemljiškega katastra in namenske rabe.

V programskem okolju AutoCAD Map smo nato med podatkovnim slojem zemljiškega katastra in podatkovnim slojem namenske rabe izvedli topološko kontrolo (angl. *drawing cleanup*), najprej s toleranco 0,009 metra, in izbrali možnost samodejne odprave topoloških napak. Velikost tolerance je bila izbrana na podlagi minimalne oddaljenosti med dvema točkama v zemljiškem katastru, to je enega centimetra. Izvedli smo tipične vrste topoloških kontrol, ki so prikazane v preglednici 1. Korak smo z isto nastavitvijo tolerance izvedli v več iteracijah, dokler nismo dosegli, da za vse kategorije topoloških napak iz preglednice 1 topoloških napak pri izbrani toleranci ni več. Meje poligonov namenske rabe so se s tem znotraj nastavljenе tolerance samodejno uskladile na meje katastrskih parcel.

Preglednica 1: Izvedena topološka kontrola s toleranco 0,009 in 0,10 metra (Autodesk, 2021)

Topološka kontrola	Splošni prikaz		Opis
	Pred topološko kontrolo	Odpravljena topološka napaka	Odvisno od nastavljenе tolerance (0,009 m – samodejna odprava napake; 0,10 m – ročno posamično odpravljanje napak)
»Duplicate objects«			Odstrani podvojene objekte
»Short objects«			Izbriše kratke objekte
»Crossing objects«			Razdeli križane objekte z novim vozliščem
»Undershoots«			Podaljša objekte do novih vozlišč, določenih s presekom
»Clustered nodes«			Združi vozlišča, ki so blizu skupaj
»Pseudo Nodes«			Odstrani navidezna vozlišča
»Dangling objects«			Izbriše podaljšane viseče objekte

V naslednjem koraku smo ponovno izvedli topološko kontrolo, tokrat s toleranco 0,10 metra, neskladja smo v tem primeru odpravili ročno. Vsakič, kadar smo ugotovili, da so točke identične, smo vozlišča poligonov podatkovnega sloja namenske rabe uskladili z zemljiškokatastrskimi točkami. Ročno smo uskladili tudi neskladja, večja od 0,10 metra, pri katerih smo ugotovili, da gre za identične točke. Pri analiziranju skladnosti obeh podatkovnih slojev smo si pomagali tudi s podatki državnega ortofota (DOF) in po potrebi preverili arhivske podatke o spreminjanju parcelnih mej. Ugotovili smo, da je do položajnih odstopanj med podatkovnima slojema namenske rabe in zemljiškega katastra (slika 1) prišlo večinoma na parcelnih mejah, spremenjenih v geodetskih postopkih, ki so bili v zemljiškem katastru evidentirani po sprejetju OPN.



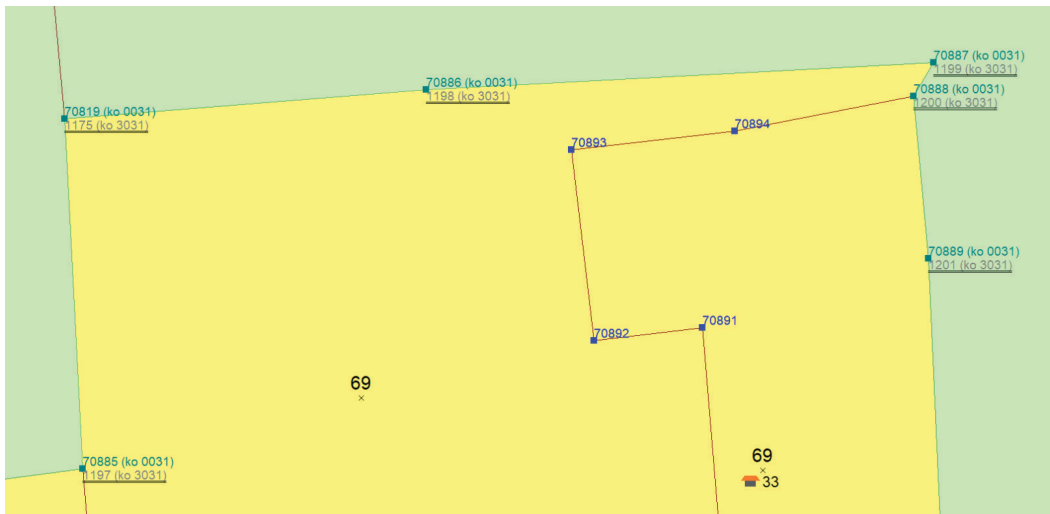
Slika 1: Položajno odstopanje podatkov o poteku meje namenske rabe in podatkov o poteku meje parcele na urejeni meji v k. o. 31 Kramarovci v programu AutoCAD Map. Katastrska meja je označena z rumeno, ZK-točke so zelene, meja in lomne točke poligona namenske rabe so bele.

V programsko okolje GeoPro smo zatem uvozili standardne izmenjevalne datoteke VGEO.* zemljiškega katastra, nato pa še popravljen podatkovni sloj namenske rabe iz programa AutoCAD Map v obliki zapisa DXF. Na prostorsko združenih podatkih zemljiškega katastra in namenske rabe prostora smo v programu GeoPro izvedli topološko kontrolo s toleranco do enega centimetra. V tej fazi smo odpravili topološke napake tudi za podatke zemljiškega katastra, tako da smo glede na podatke o poteku mej območij namenske rabe dodajali nove »navidezne« ZK-točke, ki so hkrati vozlišča območij namenske rabe, in dodali nove meje parcelnih delov, ki so hkrati meje namenske rabe. Med topološkimi napakami so bile tako tudi »parcele brez centroida«, ki predstavljajo parcelne dele parcel, dobljene s kombinacijo podatkov zemljiškega katastra in podatkov namenske rabe zemljišč. Te napake smo odpravili z vnosom dodatnega centroida parcelne številke v poligon dodatnega parcelnega dela, ki je nastal zaradi prostorskega preseka grafičnih podatkov zemljiškega katastra in podatkov namenske rabe.

Po topološki ureditvi podatkovnih slojev zemljiškega katastra in namenske rabe prostora smo dobili točke, ki predstavljajo izključno vozlišča poligonov namenske rabe, in točke, ki so hkrati vozlišča poligonov namenske rabe in ZK-točke. Cilj je bil, da bi bila vsa vozlišča poligonov namenske rabe hkrati ZK-točke, zato smo v zemljiški kataster dodali navidezne nove točke, dodali katastrske meje rabe ter s kopiranjem obstoječih parcelnih številke dodali številke novim parcelnim delom. Tako smo dobili topološko urejen podatkovni sloj dodatno strukturirane geometrije zemljiškega katastra, ki vsebuje tudi prostorske podatke o namenski rabi.

Za prikaz tako določenih točk smo v programu GeoPro izkoristili možnost »multi« ZK-točk (slika 2). Multi ZK-točke so v programu GeoPro v osnovi sicer točke, ki ležijo na mejah več katastrskih občin in imajo zato večkratno oštevilčbo (GeoPro navodila, 2017). To programsko možnost smo prilagodili za določitev in prikaz točk, ki so hkrati vozlišča poligonov namenske rabe in ZK-točke. Za točke namenske rabe smo določili navidezno (simulirano) šifro katastrske občine, različno od šifre obdelovane katastrske

občine, in sicer tako, da smo za namen jasne razločitve šifro katastrske občine povečali za vrednost 3000 (skupno število katastrskih občin v Sloveniji je namreč manjše od 3000). Rešitev z multi ZK-točkami se je izkazala za zelo pregledno, vendar močno upočasnji delovanje programa GeoPro, saj v osnovi ni namenjen obdelovanju podatkov s tako velikim številom multi ZK-točk.



Slika 2: Primer prikaza ZK-točk in multi ZK-točk v k. o. 31 Kramarovci, program GeoPro. Pri multi ZK-točkah so z zeleno prikazane šifre ZK-točk katastra, s sivo pa šifre ZK-točk namenske rabe. Z modro so prikazane ZK-točke mej parcel ali parcelnih delov znotraj poligonov namenske rabe. Meje v zeleni barvi so meje namenske rabe, ki so hkrati parcelne meje. Z rjavo so prikazane meje parcel ali parcelnih delov znotraj poligonov namenske rabe.

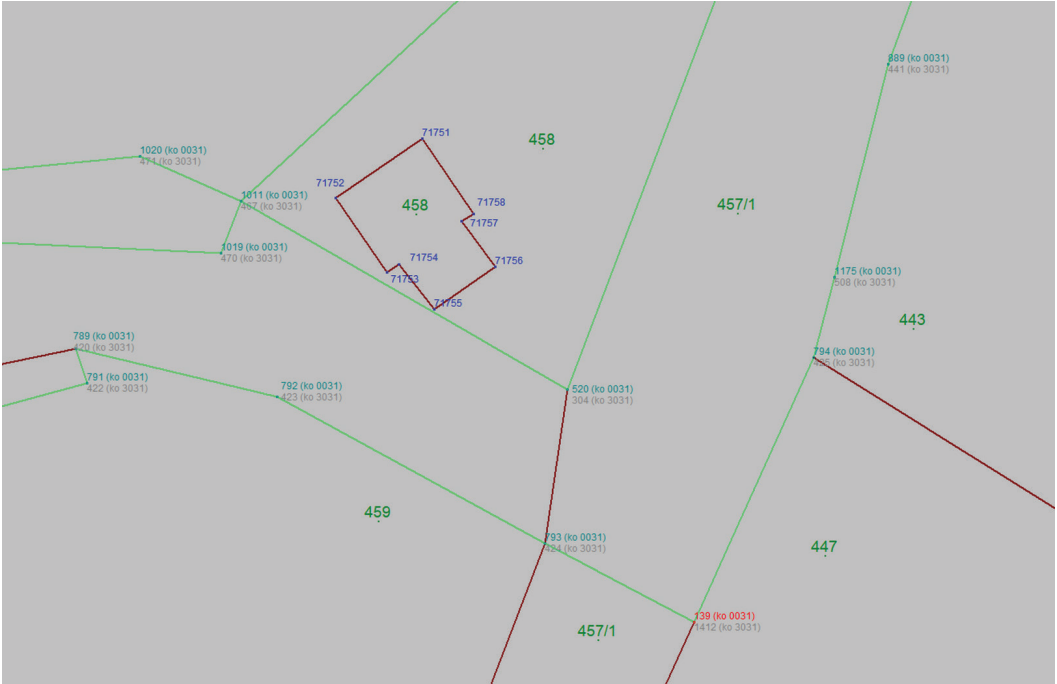
Sledila je povezava podatkov na atributni ravni, torej pripis šifre namenske rabe posameznim parcelnim delom. V informacijskem sistemu zemljiškega katastra so v izmenjevalnih datotekah še vedno rezervirani atributi za podatke o katastrskih vrstah rabe, za katere so v izmenjevalnih datotekah namenjena štiri mesta, tri številska mesta za vrsto rabe in eno za razred. Vsem parcelam, ki so bile od leta 2014 v upravnem postopku v sklopu geodetske storitve, se podatek o stari katastrski rabi izbriše in pripiše raba *zemljišče* (šifra 800) ali *zemljišče pod stavbo* (šifri 220 in 221). Ker torej katastrska raba ne prikazuje reprezentativnega stanja rabe zemljišč, smo se odločili, da mesta v izmenjevalnih datotekah, namenjena podatkom o katastrski rabi zemljišč, nadomestimo s šiframi namenske rabe prostora, ki so prav tako sestavljene iz štirimestne številke. Šifer namenske rabe prostora geodetski programi še ne poznajo, zato smo zgolj za potrebe pričujoče analize naredili križni seznam, s katerim smo podatke namenske rabe prostora v zemljiškem katastru povezali s šiframi katastrskih rab. Pri prikazu različnih vrst območij podrobnejše namenske rabe prostora smo izbrali enake barve, kot so prikazane v OPN (Pravilnik, 2007).

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultat empiričnega dela naloge je podatkovni sloj zemljiškega katastra, iz katerega lahko v atributnem delu razberemo za parcelo ali del parcele podatek o namenski rabi prostora, v grafičnem delu zemljiškega katastra pa so meje namenske rabe prikazane kot deli parcel, katerih območja so opredeljena z ZK-točkami.

Grafični del podatkov zemljiškega katastra je po dodajanju podatkov namenske rabe sestavljen iz (slika 3):

- ZK-točk, ki jih nismo spreminjali;
- multi ZK-točk, ki predstavljajo hkrati točke zemljiškega katastra in točke namenske rabe;
- dodanih multi ZK-točk, ki prej v zemljiškem katastru niso obstajale;
- obstoječih in dodanih parcelnih delov;
- delov mej parcel, ki smo jih prikazali različno za katastrske meje in meje namenske rabe.



Slika 3: Prikaz grafičnega dela zemljiškega katastra po uskladitvi podatkov s podatkovnim slojem namenske rabe v programu GeoPro. Meje v zeleni barvi so meje namenske rabe, ki so hkrati parcelne meje oziroma meje parcelnih delov; parcelni deli so nastali zaradi povezovanja podatkov prostorskega plana s podatki zemljiškega katastra. Z rjavo so prikazane meje parcel ali parcelnih delov znotraj poligonov enake namenske rabe, v rdeči je dodana multi ZK-točka.

Katastrsko občino 31 Kramarovci v zemljiškem katastru sestavlja 3398 ZK-točk. Grafični sloj OPN Rogašovci, ki smo ga omejili na območje k. o. 31 Kramarovci, pa vsebuje 1500 točk oziroma vozlišč poligonov, ki opredeljujejo meje območij namenske rabe prostora. Ko smo oba podatkovna sloja prikazali skupaj, je 1340 točk sovpadalo, kar pomeni, da smo morali pregledati in uskladiti 160 točk namenske rabe. To predstavlja 11 % vseh točk, ki opredeljujejo poligone območij namenske rabe (preglednica 2).

Preglednica 2: Analiza vhodnih podatkov – točk za k. o. 31 Kramarovci

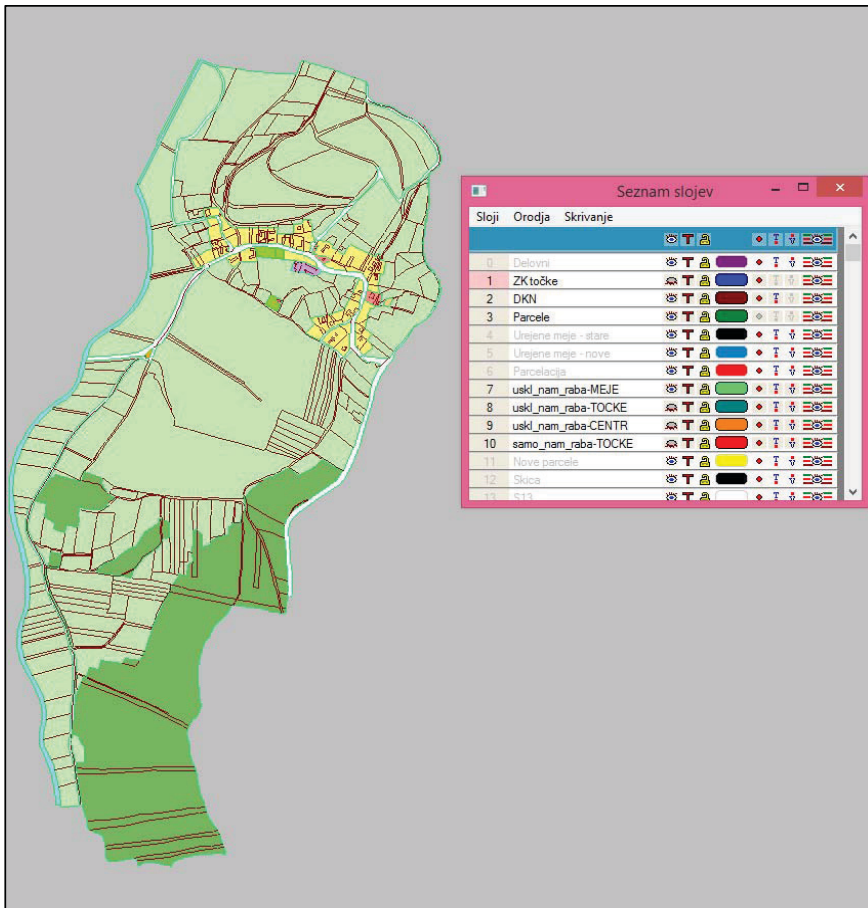
	Število točk
ZK-točke v bazi	3398
Točke namenske rabe (lomi)	1500
Točke namenske rabe, usklajene s katastrom	1340
Število točk, ki jih je bilo treba uskladiti	160 oziroma 11 %

Pri usklajevanju podatkovnega sloja zemljiškega katastra s podatki namenske rabe smo k. o. 31 Kramarovci dodali 39 novih, navideznih (simuliranih) ZK-točk, ki so bile potrebne za prikaz meje namenske rabe v zemljiškem katastru. Novim ZK-točkam smo določili po sedanjih pravilih najustreznejšo metodo določitve 92 – grafična in upravni status 8 – vrsta rabe (Tehnične specifikacije, 2021). Posledično smo dodali manjkajoče centroide delom parcel, ki so nastali zaradi novih delov mej namenske rabe v zemljiškem katastru (preglednica 3).

Rezultat uskladitve podatkovnega sloja zemljiškega katastra s podatkovnim slojem namenske rabe je za celotno k. o. Kramarovci prikazan na sliki 4.

Preglednica 3: Analiza rezultata ZK-točk za k. o. 31 Kramarovci

	Število točk
ZK-točke po uskladitvi	1990
Multi ZK-točke	1408
Nove oziroma dodane ZK-točke	39
Dodani centriodi delov parcel	51

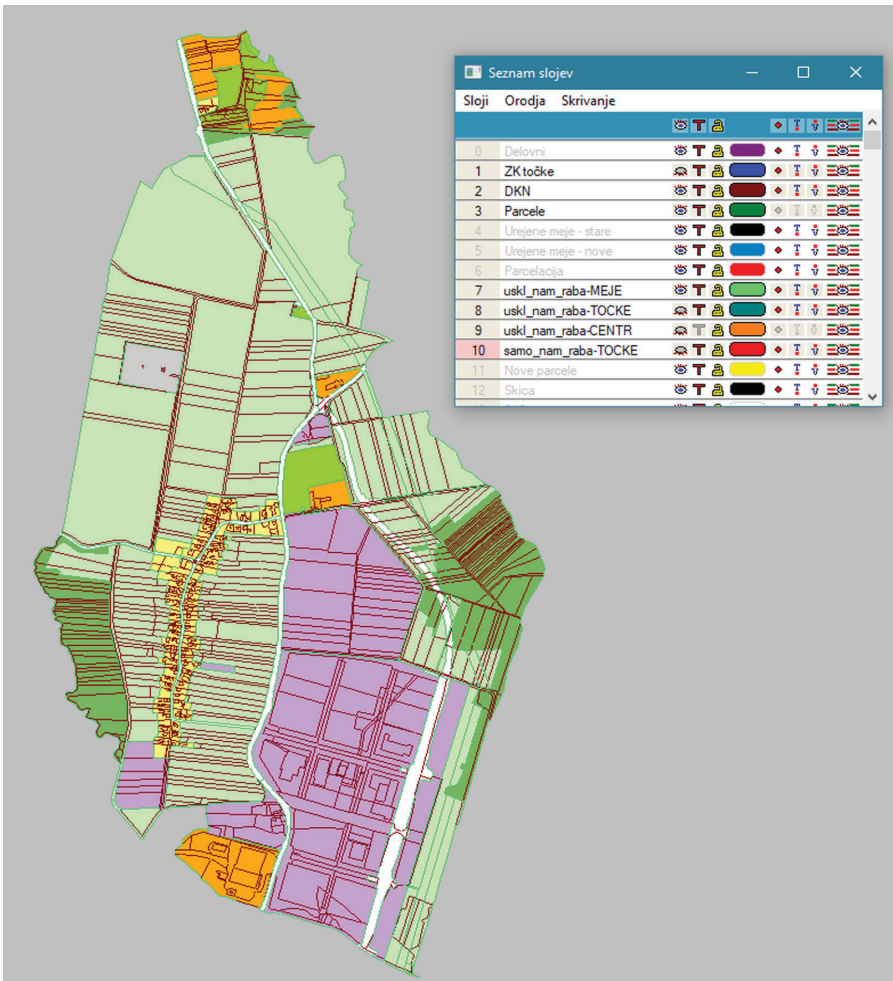


Slika 4: Usklajeni podatki namenske rabe s podatki katastra za k. o. 31 Kramarovci v programu GeoPro, parcele obarvane glede na Pravilnik (2007).

Katastrsko občino 108 Nemčavci v zemljiškem katastru sestavlja 4347 ZK-točk. Grafični podatkovni sloj OPN Murska Sobota, ki smo ga omejili na območje k. o. Nemčavci, vsebuje 2358 točk oziroma vozlišč poligonov, ki opredeljujejo meje območij namenske rabe prostora. Ko smo oba podatkovna sloja prikazali skupaj, je 1706 točk sovpadalo, kar pomeni, da smo morali pregledati in uskladiti 652 točk namenske rabe. To predstavlja 28 % vseh točk oziroma vozlišč poligonov namenske rabe (preglednica 4).

Preglednica 4: Analiza vhodnih podatkov – točk za k. o. 108 Nemčavci

	Število točk
ZK-točke v bazi	4347
Točke namenske rabe (lomi)	2358
Točke namenske rabe, usklajene s katastrom	1706
Število točk, ki jih je bilo treba uskladiti	652 oziroma 28 %



Slika 5: Usklajeni podatki namenske rabe s podatki zemljiškega katastra za k. o. 108 Nemčavci v programu GeoPro, parcele so obarvane glede na Pravilnik (2007).



Slika 6: Prikaz rezultata za ožje območje naselja Nemčavci z obrtno cono v programu GeoPro, parcele so obarvane glede na Pravilnik (2007).

Pri usklajevanju podatkovnega sloja zemljiškega katastra v k. o. 108 Nemčavci smo dodali 266 ZK-točk, s katerimi smo lahko prikazali meje območij namenske rabe v zemljiškem katastru. Novim ZK-točkam smo prav tako kot v k. o. 31 Kramarovci določili metodo določitve 92 – grafična in upravni status 8 – vrsta rabe (Tehnične specifikacije, 2021) ter dodali manjkajoče centroide delom parcel (preglednica 5).

Preglednica 5: Analiza rezultata ZK-točk za k. o. 108 Nemčavci

	Število točk
ZK-točke	2564
Multi ZK-točke	1784
Nove oziroma dodane ZK-točke	266
Dodani centriodi delov parcel	205

Rezultat uskladitve podatkovnega sloja zemljiškega katastra s podatkovnim slojem namenske rabe je za celotno k. o. Nemčavci prikazan na sliki 5, ožje območje naselja z obrtno cono pa na sliki 6.

Katastrska občina Nemčavci je v primerjavi s Kramarovci veliko bolj razgibana glede namenske rabe, zato je bilo z usklajevanjem točk oziroma vozlišč poligonov namenske rabe in zemljiških parcel zemljiškega katastra bistveno več dela. Poseben primer v katastrski občini Nemčavci je meja državnega prostorskega načrta (DPN) za visokonapetostni daljnovod, ki še ne predstavlja samostojne namenske rabe, vendar smo jo v zemljiškem katastru prav tako prikazali, saj je kot del namenske rabe prikazana tudi v OPN. Ker je položaj meje DPN koordinatno določen v državnem koordinatnem sistemu, smo DPN kot del geometrije sloja namenske rabe prikazali z dodatnimi samostojnimi ZK-točkami, zato se lahko zgodi, da je točka namenske rabe zelo blizu obstoječi ZK-točki, vendar tudi po uskladitvi namenoma ne sovpadata. Koordinatno so določeni tudi občinski podrobni prostorski načrti (OPPN), ki bi jih lahko podobno kot DPN prenesli v kataster brez premikov.

5 UGOTOVITVE

Usklajevanje grafičnih in opisnih podatkov zemljiškega katastra in podatkov prostorskih planskih aktov je zapleten postopek, ki ga je za zdaj nemogoče popolnoma avtomatizirati. Na izbranih študijskih območjih smo pokazali, da je metoda usklajevanja zemljiškega katastra s podatki namenske rabe prostora izvedljiva, če so podatki zemljiškega katastra kakovostni, kot je to bilo v naših primerih. Kljub veliki količini podatkov, ki jih je treba ročno preveriti, je postopek učinkovit in z obvladljivim številom odkritih grafičnih napak, ki jih je z nekaj potrpežljivosti mogoče popolnoma in trajno odpraviti. Predlagana metoda je primerna tudi za območja z zemljiškim katastrom slabše položajne kakovosti, kot je kataster v Prekmurju. Na teh območjih bi bili usklajevalni premiki mej podatkovnega sloja namenske rabe lahko ustrezno večji, v odvisnosti od ocenjene položajne kakovosti ZK-točk, ki je bila v okviru lokacijske izboljšave v projektu eProstor določena za vse katastrske občine v Sloveniji.

Pri reševanju problema povezovanja podatkov zemljiškega katastra s podatki prostorskih planskih aktov obstaja vrsta ovir, saj gre za različne prostorske evidence, ki so pod pristojnostjo različnih organov (geodetska uprava, občine, ministrstva idr.) in so posledično urejene z različnimi zakonskimi podlagami. Vzpostavitev kakovostno povezanih evidenc namenske rabe in zemljiškega katastra ter njihovo skupno vzdrževanje bi zahtevala spremembo obstoječega sistema zemljiške administracije oziroma vzpostavitev novega sistema. Vsekakor bi bile potrebne ustrezne spremembe in prilagoditve podatkovnih modelov, pravil vzdrževanja, tehničnih specifikacij in posodobitev programske opreme, hkrati pa bi bilo treba ohraniti odprtost sistema za povezljivost tudi z drugimi temami državne prostorske infrastrukture, kot to določata evropska direktiva INSPIRE in slovenski Zakon o infrastrukturi za prostorske informacije (ZIPI, 2010). Predlagana metoda povezovanja podatkov zemljiškega katastra z namensko rabo prostora je

za zdaj v širšem smislu le zasnova in je razvita na podlagi veljavnih izmenjevalnih formatov podatkov ter ciljno inovativne prilagoditve obstoječe in dostopne programske opreme na področjih obravnave. Največja prednost predlagane metode je v hkratnem vzdrževanju sloja zemljiškega katastra in sloja namenske rabe prostora, kar smo prikazali z uporabo multi ZK-točk, ki služijo tudi kot nazorno opozorilo, da je treba biti pri spreminjanju položaja teh točk v geodetskih postopkih posebno skrben.

Podobno, kot smo v nalogi predstavili povezavo podatkov zemljiškega katastra in namenske rabe prostora, bi lahko z zemljiškim katastrom povezali na primer tudi podatke Registra prostorskih enot, dejanske rabe stavb (kot dodatni atribut zemljišča pod stavbo), podrobne rabe stavbnih zemljišč idr. Možnosti za razvoj in nadgradnjo predstavljene metode so številne. Z uporabo ustrezno nadgrajenih in usklajenih rešitev v praksi bi pozitivno vplivali na vse člene v verigi upravljanja prostorskih podatkov ter odpravili vrsto obstoječih težav in neskladnosti, ki se pojavljajo v praksi. Nadaljnja tovrstna raziskovalna prizadevanja geodetske službe in drugih upravljavcev prostorskih evidenc so zato nujna za naš skupni in usklajeni napredek v prostorsko usposobljeno družbo (angl. *spatially enabled society*). Pozitivne izkušnje drugih evropskih geodetskih služb pri učinkovitem prostorskem upravljanju, na primer švicarske geodetske službe s katastrom javnopравnih omejitev (PLR Cadastre, 2021), so nam pri tem lahko za zgled in v veliko spodbudo.

Literatura in viri:

- Autodesk (2021). <https://knowledge.autodesk.com>, pridobljeno 10. 3. 2021.
- Bennett, R., Wallace, J., Williamson, I. (2008). Organising land information for sustainable land administration. *Land Use Policy*, 25, 126–138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2007.03.006>
- Čeh, M., Gielsdorf, F., Trobec, B., Krivic, M., Lisec, A. (2020). Improving the positional accuracy of traditional cadastral index maps with membrane adjustment in Slovenia. *ISPRS international journal of geo-information*, 8 (8), 1–22. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi8080338>
- Čeh, M., Lisec, A., Trobec, B., Ferlan, M. (2015). Analiza možnosti izboljšave položajne točnosti, natančnosti in zanesljivosti zveznega grafičnega sloja zemljiškega katastra (ZKP). Poročilo projekta. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Dale, P. F., McLaughlin, J. D. (1999). *Land Administration*. New York, Oxford, Oxford University Press: 169 str.
- Enemark, S. (2008). Land management in support of the millennium development goals. *Property Management*, 26 (84). DOI: <https://doi.org/10.1108/pm.2008.11326daa.001>
- GeoPro 2.0 navodila (2017). Geodetska družba d. o. o. www.gdl.si/vsebina/GeoPro_Navodila.pdf, pridobljeno 2. 3. 2021.
- INSPIRE (2007). Direktiva 2007/2/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 14. marca 2007 o vzpostavitvi infrastrukture za prostorske informacije v Evropski skupnosti (INSPIRE). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0002&from=SL>, pridobljeno 18. 3. 2021.
- ISO (2012). ISO 19152:2012, *Geographic Information – Land Administration Domain Model*, edition 1. ISO, Geneva, Switzerland, 118 str.
- Kaufmann, J., Stuedler, D. (1998). *Cadastre 2021*. Prevod Geodetska uprava RS: Kataster 2014. <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/cadastre2014/translation/c2014-slovenian.pdf>, pridobljeno 18. 3. 2021.
- Larsson, G. (1991). *Land registration and cadastral systems: tools for land information and management*. New York, Longman Scientific & Technical: 186 str.
- Lemmen, C. H. J. (2012). *A Domain Model for Land Administration*. Doktorska disertacija. Delft, Technische Universiteit Delft, OTB Research Institute for the Built Environment, 244 str.
- Lisec, A., Ferlan, M. (2017). 200 let od začetka parcelno orientiranega katastra na Slovenskem. *Geodetski vestnik*, 61 (1), 76–90. http://www.geodetski-vestnik.com/61/1/gv61-1_lisec.pdf, pridobljeno 17. 2. 2021.
- Van Oosterom, P., Lemmen, C. (2015). The Land Administration Domain Model (LADM): Motivation, standardisation, application and further development. *Land Use Policy*, 49, 527–534. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.032>
- Paasch, J. M., van Oosterom, P., Lemmen, C., Paulsson, J. (2015). Further modelling of LADM's rights, restrictions and responsibilities (RRRs). *Land Use Policy*, 49, 680–689. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.12.013>
- Pravilnik (2007). Pravilnik o vsebini, obliki in načinu priprave občinskega prostorskega načrta ter pogojih za določitev območij sanacij razpršene gradnje in območij za razvoj in širitev naselij. Uradni list RS, št. 99/2007 in 61/2017 – ZUreP-2.
- PLR Cadastre (2021). *Cadastre of Public Law Restrictions on Landownership*. Swisstopo. <https://www.cadastre.ch/en/oereb.html>, pridobljeno 4. 5. 2021.
- Portal prostor (2021). <http://www.e-prostor.gov.si/>, pridobljeno 18. 3. 2021.
- PzKKZ (1979). Pravilnik za katastrsko klasifikacijo zemljišč. Uradni list SRS, št. 28/1979.
- Rakuša, M. (2020). *Razvoj metode povezovanja grafičnih in opisnih podatkov o zemljiščih za vzpostavitev večnamenskega katastra*. Magistrska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. <https://>

- repozitorij.uni-lj.si/lzpis/Gradiva.php?lang=slv&id=114955, pridobljeno 5. 4. 2021.
- Rotar, M., Murovec, K. (2019). Lokacijska izboljšava zemljiškokatastrskega prikaza. *Geodetski vestnik*, 63 (4), 554–567. www.geodetski-vestnik.com/63/4/gv63-4_rotar.pdf, pridobljeno 18. 3. 2021.
- Stuedler, D. (2014). *Cadastre 2014 and Beyond*. FIG Publication. <https://www.fig.net/pub/figpub/pub61/figpub61.pdf>, pridobljeno 18. 3. 2021.
- Tehnične specifikacije (2021). Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije, januar 2021. https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/GURS/Dokumenti/Zakonodaja-dokumenti/ZEN/TS_jan2021_podpisano.pdf, pridobljeno 18. 3. 2021.
- Triglav, J. (2008). Komasačije zemljišč ob gradnji infrastrukturnih objektov v Prekmurju. *Geodetski vestnik*, 52 (4), 795–811. http://www.geodetski-vestnik.com/52/4/gv52-4_795-811.pdf, pridobljeno 18. 3. 2021.
- Triglav, J. (2010). Zemljiški kataster, Prekmurje in ... jurčki. *Geodetski vestnik*, 54 (3), 567–576. http://www.geodetski-vestnik.com/54/3/gv54-3_566-576.pdf, pridobljeno 18. 3. 2021.
- Triglav, J. (2013). Koordinatni kataster v Prekmurju in digitalni katastrski načrti. *Geodetski vestnik*, 57 (3), 600–612. http://www.geodetski-vestnik.com/images/57/3/gv57-3_mnenja1.pdf, pridobljeno 18. 3. 2021.
- Williamson, I., Enemark, S., Wallace, J., Rajabifard, A. (2011). *Land Administration for Sustainable Development*. Esri Press Academic, 300 str.
- ZIPI (2021). Zakon o infrastrukturi za prostorske informacije. Uradni list RS, št. 8/2010 in 84/2015. Zupan, M., Lisec, A., Ferlan, M., Čeh, M. (2014). Razvojne usmeritve na področju zemljiškega katastra in zemljiške administracije. *Geodetski vestnik*, 58 (4), 710–723. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2014.04.710-723>
- ZUreP-2. (2017). Zakon o urejanju prostora. Uradni list RS, št. 61/2017.
- ZZKat (1974). Zakon o zemljiškem katastru. Uradni list SRS, št. 16/1974, 42/1986, Uradni list RS, št. 52/2000 – ZEN/MPE in 47/2006 – ZEN.



Rakuša M., Lisec A., Triglav J., Čeh M. (2021). Integracija zemljiškega katastra s podatki prostorskih aktov. *Geodetski vestnik*, 65 (3), 385–399.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.385-399>

Martina Rakuša, mag. inž. geod. geoinf.

Območna geodetska uprava Murska Sobota
Lendavska ulica 18, 9000 Murska Sobota
e-naslov: martina.rakusa@gov.si

dr. Joc Triglav, univ. dipl. inž. geod.

Območna geodetska uprava Murska Sobota
Lendavska ulica 18, 9000 Murska Sobota
e-naslov: joc.triglav@gov.si

izr. prof. dr. Anka Lisec, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana
e-naslov: anka.lisec@fgg.uni-lj.si

doc. dr. Marjan Čeh, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana
e-naslov: marjan.ceh@fgg.uni-lj.si

PRIPRAVLJENOST PROSTOVOLJCEV ZA SPOROČANJE SPREMENB NA TOPOGRAFSKIH KARTAH

THE WILLINGNESS OF VOLUNTEERS TO REPORT CHANGES ON TOPOGRAPHIC MAPS

Mihaela Triglav Čekada, Dalibor Radovan

UDK: 528.93
 Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.02
 Prispelo: 23. 4. 2021
 Sprejeto: 18. 7. 2021

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.400-439
 REVIEW ARTICLE
 Received: 23. 4. 2021
 Accepted: 18. 7. 2021

IZVLEČEK

Številne možnosti za zbiranje prostovoljnih geografskih informacij tudi v geodeziji omogočajo angažiranje prostovoljcev za različne namene. V članku predstavljamo rezultate raziskave, izvedene v obliki spletne ankete, v kateri smo spraševali, kako bi bili prostovoljci pripravljene sporočiti svoje vedenje o spremembah v prostoru ali napakah na kartah ustanovi, ki skrbi za ažuriranje kart. Na vprašalnik je odgovorilo 653 anketirancev, ki v prostem času ali službeno uporabljajo spletne ali klasične topografske karte. Glavna ugotovitev raziskave je, da bi jih bilo 56 % pripravljenih uporabljati spletno aplikacijo za sporočanje sprememb na kartah, presenetljivo pa bi 38 % anketirancev raje sporočalo spremembe prek e-pošte, le 4 % vprašanih pa prek telefona. Analizirali smo še potencialno uporabo različnih funkcionalnosti spletne aplikacije za zbiranje sprememb, pri čemer smo ugotovili, da so za prostovoljce najpomembnejše funkcionalnosti, ki omogočajo čim bolj poglobljeno povratno komunikacijo (da je bil prispevek oddan, da se preverja, da je bil upoštevan, da je bil brisan). Pripravljenost potencialnih prostovoljcev za pogosto uporabo različnih predlaganih funkcionalnosti je odvisna še od njihove dosedanje aktivnosti na spletnih družabnih omrežjih ali v prostovoljskih društvih ter od starostne skupine, v katero se uvrščajo.

KLJUČNE BESEDE

prostovoljne geografske informacije, moč množic, sodelovalno kartiranje, topografske karte, anketa, zbiranje sprememb na kartah

ABSTRACT

Various possibilities for collecting volunteer-provided geographical information in geodesy make it possible to engage volunteers for different purposes. In this paper, a study of the willingness of volunteers to report changes on topographic maps based on an online survey is presented. The survey was answered by 653 Slovenian respondents who use various online or classic topographic maps in their free time or at work and are willing to report their knowledge of changes in space or errors in maps to the map-updating institution. The survey's main finding is that 56% of respondents would use any online application to report changes on maps, 38% of respondents would prefer to report changes via e-mail, and only 4% of respondents would prefer to report changes by phone. We also analysed the potential use of different functionalities of a web application for collecting changes and found that the most important functionalities for volunteers are those that give the most in-depth feedback (i.e., that a contribution has been submitted, that it is being verified, that it has been considered, that it has been deleted). The willingness of potential volunteers to use the various proposed functionalities also frequently depends on their current involvement with social networking sites or in volunteer associations and on their age group.

KEY WORDS

volunteered geographic information, crowdsourcing, participatory mapping, topographic maps, survey, reporting changes on maps

1 INTRODUCTION

Volunteered geographic information (VGI) is an inexhaustible source of data for a variety of purposes, including cartography. Several European countries are already experimenting with applying these data in the updating process for topographic databases (hereafter referred to as topographic maps), using them mainly as an additional source for finding the changes in space or correcting the errors on maps (Triglav Čekada and Lisec, 2019). The collecting of VGI for updating topographic maps needs to be planned very carefully prior to collection. This is especially so when applying VGI for collecting changes on topographic maps, as in this case a much smaller response from volunteers can be expected, compared to collecting information about the consequences of a natural disaster, for example. This is because a natural disaster directly affects many people, who are much more willing to participate or help by sharing information about the impact of the disaster, especially shortly after the event (Triglav Čekada and Radovan, 2019). The willingness to cooperate begins to decline rapidly as time elapses from the moment when a disaster occurred (Triglav Čekada and Radovan, 2013; Ahmouda et al., 2018). However, if we want to obtain as much useful information as possible, or to inspire as wide an audience of volunteers as possible to report changes on topographic maps, we need to make the instructions for participation as short and simple as possible. Instructions that are too long will discourage participants from collaborating (Mooney et al., 2016; Fritz et al., 2017; Minghini et al., 2017). An overly complex user experience or a poor selection of features in an application for collecting volunteer data can also quickly deter many potential volunteers. Unfortunately, uniform feedback of adequate quality cannot be expected from short and simple instructions. It is therefore sensible to pay more attention to the quality of the information later on when processing and using it (Mooney et al., 2016; Olteanu-Raimond et al., 2017). Most European surveying and mapping agencies that are already testing or even using VGI to obtain additional information during the process of updating topographic maps are using purpose-developed online interactive maps or applications where volunteers enter data, the campaign organiser verifies it and later uses it as a complementary source to upgrade the topographic map (Triglav Čekada and Lisec, 2019). Online interactive maps designed for gathering volunteer information can offer different functionalities and levels of user experience (Poplin, 2015; Baruch et al., 2016; Gottwald et al., 2016; Rzeszewski and Kotus, 2019).

This paper presents the results of the research we carried out using an online survey. In this questionnaire we asked potential volunteers from Slovenia if they would be willing to provide information about changes or errors on topographic maps, and how they think a system for collecting such changes should work. In particular, we wanted to find out what kind of user interface (application) they would prefer to use to report changes in order to use it as extensively as possible. This research aims to better design the volunteers' user experience in the future, based on analyses of the online survey's responses. Maintaining and promoting activity in volunteer initiatives is still an unsolved problem for collecting VGI, which ultimately decides whether a campaign for VGI gathering will be successful or not.

2 METHODOLOGY

This research is based on an online questionnaire that was created using the 1KA online survey tool (<https://www.1ka.si/>). The link to the survey was published on the project website and the Facebook page of the Geodetic Institute of Slovenia. The survey was distributed by emails to individuals, various

voluntary organisations and public institutions working in the field of space and the environment. Based on such notifications, the website of the Slovenian Mountaineering Association and the web portal “Gore in ljudje” also published separate invitations to promote the survey. Three extensive email and Facebook campaigns were carried out over a few weeks. The days involving such activities can be easily identified from the graph of individual clicks on the survey and the number of completed surveys per day (Figure 1). The survey was active for almost 2 months from 21 October 2020 to 18 December 2020. The majority of responses were received in the first month, which is also in line with the period of peak promoting activity of the research team. Three peaks can be identified: on 21 October 2020, when we activated the survey and started the first intensive communication through different channels; on 27 October 2020, when we repeated the email notifications about the survey and at the same time the survey was published on the websites of the Slovenian Mountaineering Association and the portal “Gore in ljudje”; and on 10 November 2020, when we repeated the intensive communication through Facebook.

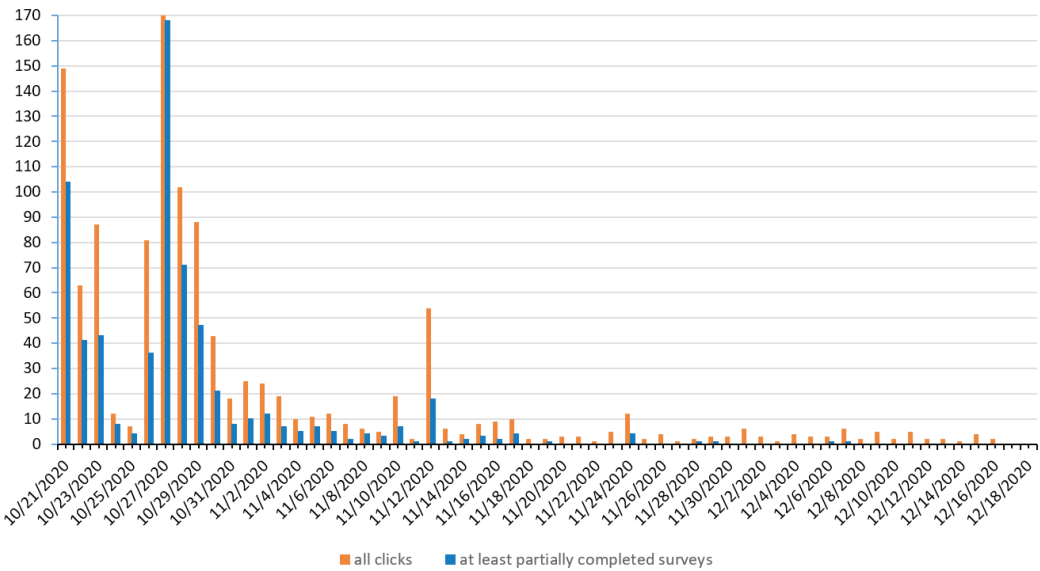


Figure 1: Daily number of all clicks on the survey and number of at least partially completed surveys per day. In this figure the maximum number of clicks on 27 October 2020 is cut off, being 338.

The survey consisted of 29 questions, which are divided into the following thematic groups:

- the respondent’s previous activity in the field of national and international online volunteer initiatives, that can be considered as VGI,
- which type of maps (online or classic printed) they use and for which purpose,
- the preferred way in which the web application for reporting changes and errors on the maps should be designed,
- how active are the respondents in their free time or how deeply involved are they in amateur activities,
- general statistical questions on gender, age, education, occupation and hobbies.

The described survey’s question groups were asked in the order given above, with the general statistical questions at the end. This was to keep the attention of the respondents, as many people are not willing

to give out personal information, despite their anonymity. In this paper, the order of the presentation of the results has been reversed for ease of understanding.

A total of 1312 potential respondents clicked on at least a survey address or the start of the survey, and around half (653) completed the survey at least partially. The full survey was completed by 521 respondents. The key question “would you be willing to report a change or error on the map” was answered by 599 respondents. As respondents might have skipped a question or completed the survey before the end, the percentages shown hereafter refer to the valid number of responses to each question and not to the total number of all respondents. More than two-thirds of the respondents completed the survey on a computer (77%), the rest on a smartphone (23%). The same proportions were also observed for all the clicks on the survey.

3 SURVEY ANALYSIS RESULTS

3.1 General statistical overview of respondents

As the general statistical questions ask respondents about their personal data, some did not want to answer them and therefore they finished the survey early. As a result, the questions about age group and the highest level of achieved education have the smallest number of valid responses (521), i.e., 7% smaller than the largest number of all valid responses in the survey (653). For all questions in this set, the respondents could only choose one answer.

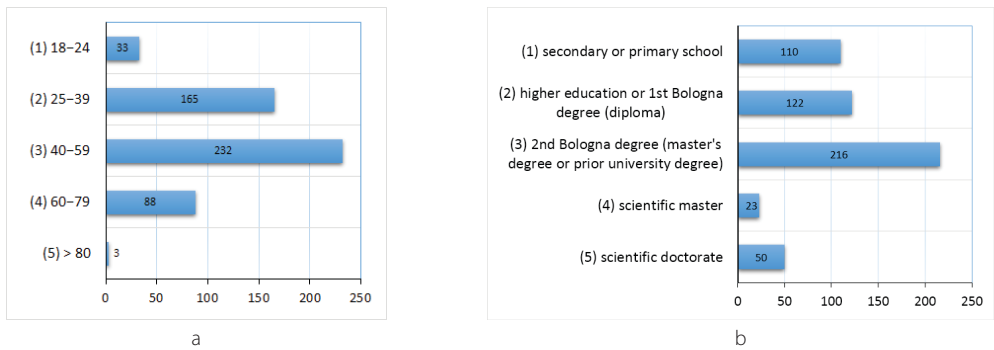


Figure 2: Age group of respondents (a) and the highest level of education (b). Both questions had 521 valid responses.

The question on gender was answered by 522 respondents, 69% of whom were male and 31% female. In terms of age, the 40–59 age category is the largest, with 45%, followed by the 25–39 age category, with 32% (Figure 2a). The majority of respondents have a master’s degree or university degree, i.e., 41% (Figure 2b).

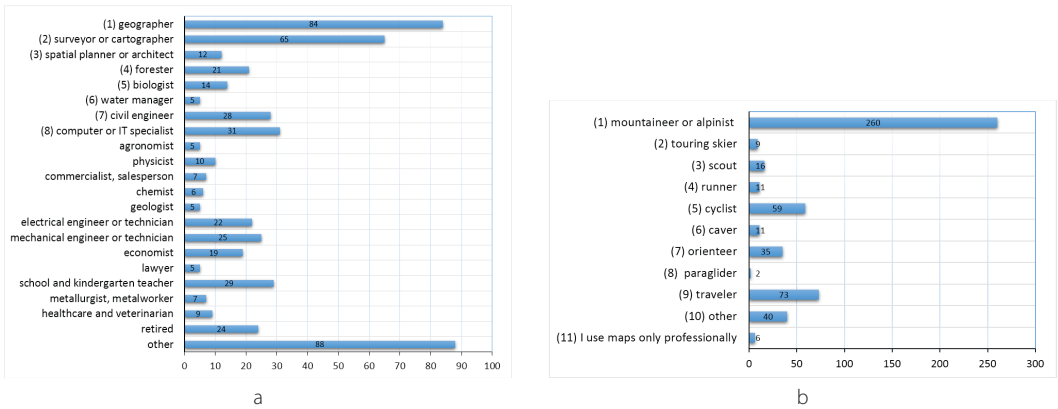


Figure 3: Answers to (a) what is your profession? (524 valid answers), and (b) what is your hobby? (522 valid answers).

When asking respondents about their professional occupation, the survey offered too few options, i.e., only options (1) to (8) shown in Figure 3a. As a result, more than half of the answers (55%) were: *I am interested in the space as an amateur, but by profession I am*. These were subsequently grouped into the most common additional occupational groups, which are shown in Figure 3a without a sequential number. Geographers were the most-represented group (16%), followed by surveyors or cartographers (12%), then construction workers, computer or IT specialists, school and kindergarten teachers, mechanical engineers and retired people, all with a similar proportion (around 5% each). Occupations that were chosen fewer than five times are not presented separately, but are included in the group *Other*.

In terms of amateur self-identification, half of them identified themselves as *mountaineers or alpinists* (50%), which is due to the fact that the survey was well promoted on mountaineering web portals (Figure 3b). The second largest group were *travellers*, with 14%, followed by *cyclists*, with 11%. Among the 40 responses choosing the answer *other*, 13 (2%) highlighted that they are engaged in more than one leisure activity in their spare time. In the group *other* we also found three firefighters, two way markers and others.

3.2 Leisure-time activity of respondents

The current involvement of the respondents in voluntary activities was measured by analysing their activity on online social networks and their engagement in amateur associations.

When asked “what type of social-networking-site user are you?”, 48% of respondents chose to be (1) *active users who post, edit and share content themselves*, 36% (2) *passive users who only browse through already existing content* and 16% (3) *do not use social networking sites* (Figure 4a). Those who chose (1) and (2) could also answer the following questions “which social networking sites do you use” and “how often do you use social networking sites”. Of the original 527 respondents who replied to the question on how they use social networking sites, 436 answered the question “which social networking sites” and 442 answered the question “how often do you use them”. For the question “which”, they could choose more than one answer. The most often used is Facebook, by 88% or 383 respondents, 42 % or 181 use Instagram, 69 use Twitter, 41 use Snapchat, 8 use Flickr and 8 use TikTok. As many as 18% have chosen *Other*, e.g., 15 use LinkedIn (www.linkedin.com/), 8 use Strava (<https://www.strava.com/>), 5 use Viber (<https://www.viber.com/en/>),

3 use Pinterest (www.pinterest.com/), 3 use Whatsapp (<https://www.whatsapp.com/>), and two or fewer use *others*. Figure 4b shows the number of responses to the question “how often do you use social networking sites?”. Most of the respondents use social networks very often or often: 40% very often (several times a day) and 34% often (once a day or every few days). A minority, 15%, use them once a week and 5% use them once a month or only once every few months.

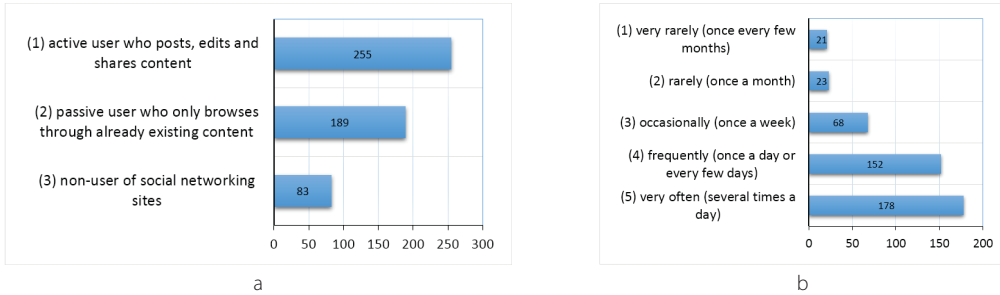


Figure 4: Answers to the questions: (a) “how do you use social networking sites?” (527 valid responses) and (b) “how often do you use social networking sites?” (442 valid responses). In both questions only one answer could be selected.

The following two questions were aimed only at those who chose (1) *I am an active user* when asked about their social media activity (Figure 4a). They could select multiple answers for the questions “how often do you use them?” and “in which format is the information you most often post?” (Figure 5). They use social networking sites most frequently to (1) *post my own content* at 74%, followed by (4) *communicate with others* at 72% and (6) *like already-existing content* at 66%. Less than half use them to (2) *repost others’ posts*, (3) *correct content* and (5) *comment*. The information they post is most often in the form of (2) *a photograph*, at 90%, followed by (1) *text*, at 46% and (3) *a link*, at 44%. When choosing the possibility *Other*, the use of GNSS tracks was also mentioned a few times.

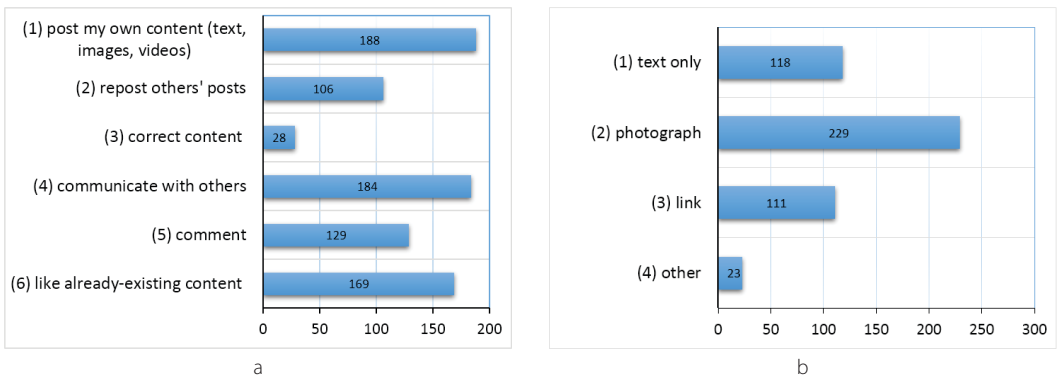


Figure 5: Answers to the questions: (a) “for what do you most often use social media networks?” and (b) “in which format is the information you most often post?”. In both questions multiple answers could be chosen. Both questions received 255 valid responses.

The question about the respondent’s engagement in amateur associations is crossed by the answers to the question “what type of social-networking-site user are you?” (active, passive, non-user) (Figure 6a) and in which age group the respondent belongs to (Figure 6b). In Figure 6 the averages of all the respondents are drawn with blue bars, and the averages obtained by crossing the answers with the second question are drawn

in brown shades. Figure 6a shows that those who are more active on social networking sites are also more active in amateur associations. Thus, we can equate those more active in amateur associations with those more active on social networks. Therefore, in the remainder of this paper we will present crossover answers with only the first questions. Those who do not use social networks are the most frequent in class (3) *I am passively active in amateur activities by just following activities and taking advantage of benefits*. Figure 6b also shows that an above-average proportion of active organisers in amateur associations belongs to the age groups 60–79 and 40–59. However, the 20–39 age group has a higher average (3) *of those passively active in amateur associations*. This is also logical, as most people in this period of their life are intensively engaged in building their careers, which leaves them with little time for voluntary amateur activities.

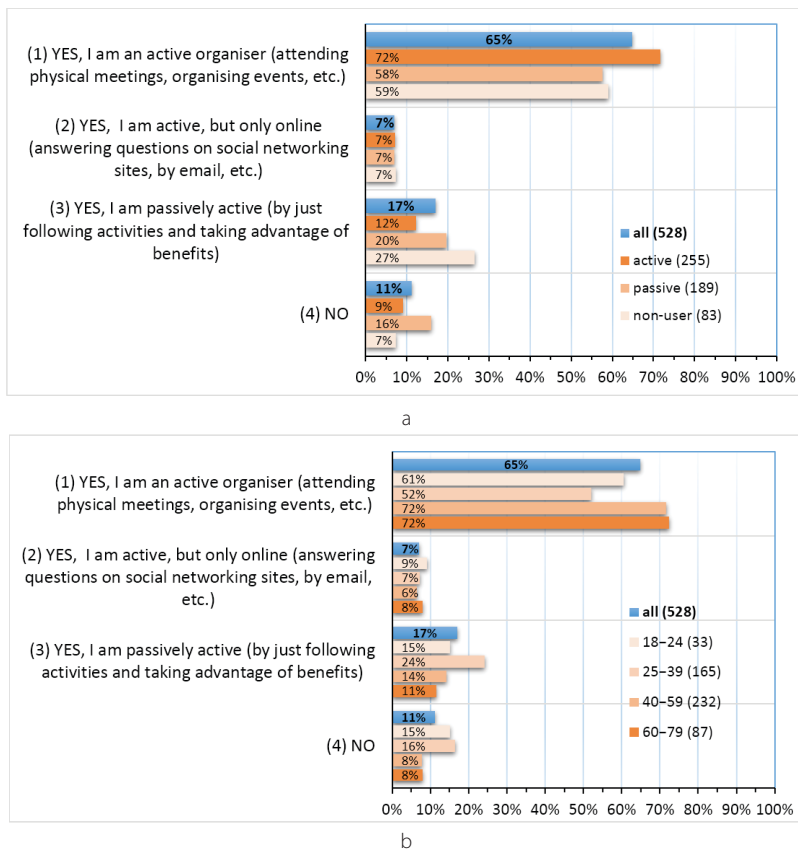


Figure 6: Answers to the questions “are you a member of an amateur association?”, divided into: (a) “what type of social-networking-site user are you?”: (1) I am an active user, (2) I am a passive user, (3) non-user (Figure 4a) and (b) “age group”: 18–24, 25–39, 40–59 and 60–79 (Figure 2a). The valid number of responses to the basic question (528) and the subordinate questions (the number of respondents who answered both questions at the same time) are indicated in brackets.

3.3 Activity of respondent in volunteered geographic information initiatives

At the beginning of this online survey two questions were asked to analyse the past activity of respondents in international and domestic volunteer initiatives that could be regarded as VGI. Multiple answers could be chosen for both questions.

The first question, i.e., “in which international voluntary initiatives for updating online maps have you already participated?”, had 653 valid answers. In international voluntary initiatives, 17% of respondents (108) had already participated. Most (80) had participated in the OpenStreetMap initiative (www.openstreetmap.org), 9 in the Google Maps (www.google.com/maps), 8 in the Wikimapia (wikimapia.org), 3 in the TomTom (www.tomtom.com), 2 in the Here Maps (<https://wego.here.com>) and one each in the Bikemap (www.bikemap.net), the Camptocamp (www.camptocamp.org), the Esri (www.esri.com), the Garmin (www.garmin.com), the Kompass (www.kompass.de), the Wikiloc (www.wikiloc.com), and the Zooniverse (www.zooniverse.org). Some (11) described various domestic initiatives, which correctly belong to the next question.

The proportion of respondents who had already participated in domestic volunteering initiatives is larger than that for international ones, with 36% of respondents (638 valid responses). The highest number, i.e., 115, reported earthquake effects to the Slovenian Environment Agency (<http://potresi.arso.gov.si/>), 111 participated in reporting corrections about mountain trails to the Slovenian Mountaineering Association (www.planinske-poti.si), 6 reported information about other trails (<https://www.jakobova-pot.si/>, <http://www.pespoti.si/>), 28 added content to the history layer on Geopedia (www.geopedija.si), 18 added data about floods to the layer of the Slovenian Geographers’ Association on Geopedia (www.geopedija.si), 9 participated in various natural-history initiatives (presence of different animal or plant species, e.g., birds, invasive species), and 2 reported data on caves. In addition, some individuals also reported about participation in various municipal or other non-profit initiatives.

3.4 How online and printed maps are used by respondents

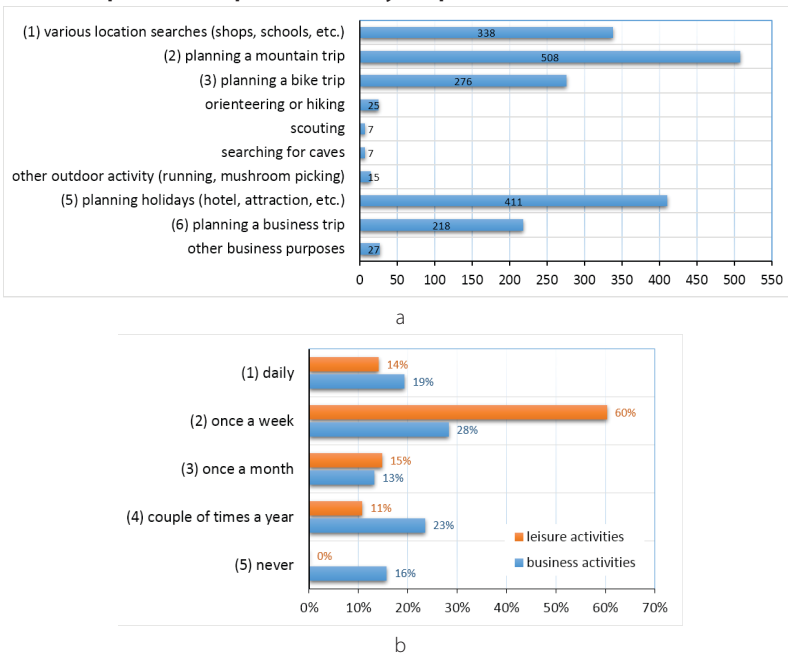


Figure 7: Answers to the questions: a) “for which activity do you most often use printed or online maps?” (611 valid responses) and b) in blue “how often do you use maps for your business activities?” (605 valid responses) and in brown “how often do you use maps for your leisure activities?” (602 valid responses).

Respondents could select multiple answers to the question “in which activity do you most often use printed or online maps?”. As many as 90 respondents chose the option *Other*. These were subsequently divided into additional classes, which are shown in Figure 7a without a number in front of the activity description. The majority of respondents (83%) use maps for (2) *planning a mountain trip*, followed by (5) *planning a holiday* with 67% and 55% for (1) *various location searches (shops, schools)*. The other classes received less than 50%. Only 40% of the respondents use maps for their *business purposes*, which was obtained by summing the classes (6) *planning a business trip* and *other business purposes*.

For the next four questions the respondents could choose only one answer from the options provided.

Respondents most often use maps once a week for both, as well as business and leisure activities; this confirms that with this survey we have covered a very cartographically literate population (Figure 7b). Once a week, 171 respondents use maps for their business-related activities and 363 for leisure activities. All the respondents use maps at least a few times per year in the scope of their leisure activities, while 95 respondents (16%) never use maps for business-related activities.

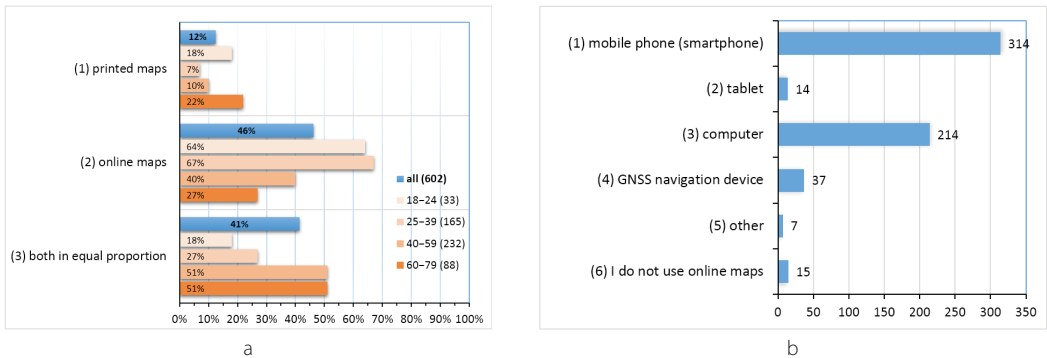


Figure 8: Answers to the questions: (a) “what type of maps do you most often use?” (602 valid answers) and (b) “if you use online maps, where do you most often display them?” (601 valid answers).

The majority most often use online maps or online and printed maps in equal shares, with only 12% using only printed maps (Figure 8a). Of the 75 that mostly use only printed maps, only 15 never use online maps. This can be resolved by the next question, which inquired about the type of device on which respondents most often view online maps (Figure 8b). Looking further at the breakdown by age group, we see that the highest use of printed maps is in the 60–79 age group, where the proportion of those using only printed maps is 22%. The highest use of online maps is in the age groups 18–24 and 25–39, with 64% and 64%, respectively. The age groups of 40–59 and 60–79 most often use both types of maps in equal shares, as well printed as online maps, with 51%. Half (52%) mainly display online maps on a mobile phone, followed by a computer with 36%, with much smaller shares for tablets and GNSS navigation devices (Figure 8b). However, responses in the class *Other* could be evenly divided between computer and mobile phone, with most respondents highlighting that they use several devices at the same time to view online maps.

3.5 Willingness to cooperate and the favourite way to report changes

The key survey question “would you be willing to report a change or error on a map to those responsible for updating it?” was answered by 599 respondents: 90% *yes*, 5% *no* and 5% *yes, conditionally*. The last

group included the majority of those who indicated that they would participate if it was easy enough and if they were reminded repeatedly that the action was being carried out. In summary, we can see that a total of 95% of respondents would participate in such voluntary activities.

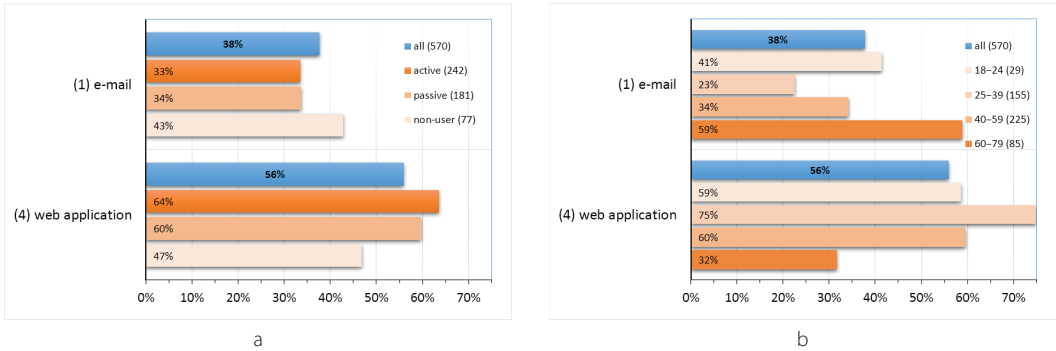


Figure 9: Answers to the questions “how would you prefer to report a change/error on the map?” divided by questions: (a) “what type of social-networking-site user are you?": (1) I am an active user, (2) I am a passive user, (3) non-user, and (b) age group: 18–24, 25–39, 40–59 and 60–79. The valid number of respondents for the basic question (570) and the subordinate questions (number of respondents who answered both questions) are given in brackets.

The question “how would you prefer to report a change/error on the map?” was answered by 570 respondents. Most (319 or 56%) would use (4) *a web application or software to report changes*, 215 (38%) would use (1) *e-mail*, 23 (4%) would use (3) *the telephone*, two would use (2) *traditional mail* and 11 (2%) would use *other*. In the class *Other*, the answers highlighted the simultaneous use of several of the already listed options, with two of them mentioning that they would take a photograph of the error and send it as an MMS by smartphone. If we divide the responses into the largest groups of those who would rather use e-mail or the web application according to their self-assessment of how active they are on social networking sites (Figure 9a), respondents who are already more active online, i.e., the choices (1) *I am an active user* and (2) *I am a passive user*, are more likely to use the web application than the average respondent (Figure 9a). The group (3) *I do not use social networking sites*, however, is more inclined to use e-mail to report changes, where it slightly exceeds the average of all respondents. Looking at further division by age (Figure 9b), the groups 18–29 and 60–79 are more likely than the average respondent to prefer to send errors or changes by e-mail. We have not shown the over-80s class as it contains only two responses that chose telephone and e-mail respectively. As expected, the age groups 25–39 and 40–59 are more likely to use an online application.

3.6 The preferred way in which the application to collect changes on maps should work

Three questions were subsequently asked on how the application for reporting or collecting changes on maps should work so that respondents would most likely use it. First “how would you prefer to report a change?” (Figure 10), then “a most important feature of the application” (Figure 12), and finally “what kind of response do you expect from the editor of the application?” (Figure 11). The order of the last two has been changed in the evaluation so that we can simultaneously address them with the same cross-sectional questions: “how active are you on social networking sites?” and “how would you prefer to report a change on the map”.

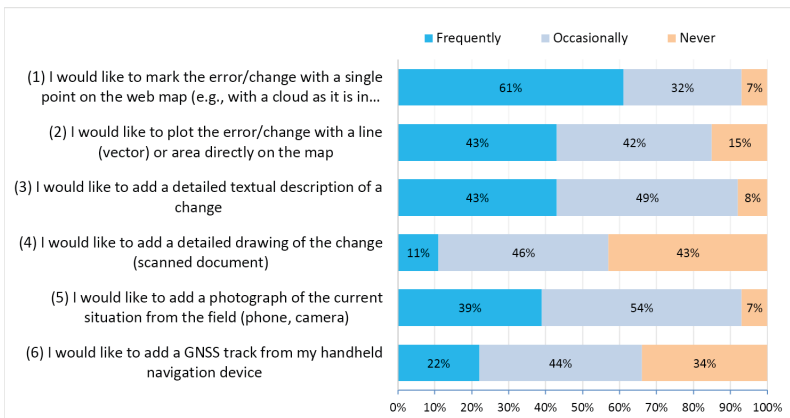


Figure 10: Answers to the questions: “If you were to use an application to report changes that also include a web map, how would you prefer to describe the change/error on the web map?” Valid answers are given in the following order: (1) 528, (2) 523, (3) 531, (4) 519, (5) 532, (6) 521.

Table 1: Answers to the questions “if you would use an application to report changes that includes also a web map, how would you prefer to describe the change/error on the web map?” divided by the responses to the question “what type of social-networking-site user are you?”: (1) *I am an active user*, (2) *I am a passive user*, (3) *I do not use social networking sites*. The classes with the largest number of responses are coloured blue.

Functionality	Frequently	Occasionally	Never	Who (valid answers)
(1) I would like to mark the error/change with a single point on the web map (e.g., with a cloud, similar as it is displayed in Google Maps)	61%	32%	7%	all (528)
	67%	27%	6%	(1) active (231)
	58%	34%	8%	(2) passive (177)
	59%	29%	12%	(3) non-user (73)
(2) I would like to plot the error/change with a line (vector) or area directly on the map	43%	42%	15%	all (523)
	53%	36%	11%	(1) active (232)
	37%	48%	15%	(2) passive (176)
	40%	43%	17%	(3) non-user (72)
(3) I would like to add a detailed textual description of a change	43%	49%	8%	all (531)
	47%	46%	7%	(1) active (234)
	36%	55%	9%	(2) passive (176)
	43%	47%	11%	(3) non-user (75)
(4) I would like to add a detailed drawing of the change (scanned document)	11%	46%	43%	all (519)
	13%	50%	37%	(1) active (230)
	10%	40%	50%	(2) passive (173)
	5%	47%	48%	(3) non-user (73)
(5) I would like to add a photograph of the current situation from the field (photograph taken with a phone or camera)	39%	54%	7%	all (532)
	45%	50%	5%	(1) active (235)
	35%	58%	7%	(2) passive (177)
	27%	60%	13%	(3) non-user (75)
(6) I would like to add a GNSS track from my handheld navigation device	22%	44%	34%	all (521)
	29%	45%	26%	(1) active (232)
	18%	45%	37%	(2) passive (172)
	18%	37%	45%	(3) non-user (73)

For the question “if you were to use an application to report changes that also included a web map, how would you prefer to describe the change/error on the web map?”, the application’s functionalities which would be most often used are seen in the classes *Frequently* or *Occasionally* (Figure 10). Those are: (1) *I would like to mark the error/change with a single point on the web map (e.g., with a cloud, similar as it is displayed in Google Maps)*, (2) *I would like to plot the error/change with a line (vector) or area directly on the map*, (3) *I would like to add a detailed textual description of a change* and (5) *I would like to add a photograph of the current situation from the field (photograph taken with a phone or camera)*. The proportion of respondents who would not use these options, those who chose the class *Never*, is below 15%. Only two functionalities have a majority of responses in the classes *Sometimes* and *Never*, while the class *Frequently* does not exceed 22%: (4) *I would like to add a detailed drawing of the change (scanned document)* and (6) *I would like to add a GNSS track from my handheld navigation device*.

In Table 2 the answers to the same question are divided according to what respondents chose as their preferred method for submitting changes: (1) *e-mail* or (4) *web application*. We have not shown the other three possible answers, i.e., *regular mail*, *telephone* and *other*, as a far smaller number of respondents chose them. For the first two functionalities, where the majority chose *Often*, respondents in the class (4) *I would use a web application* have 10% higher values in the *Often* class than the overall average. The difference between classes (1) *e-mail* and (4) *web application* is as much as 20%. For functionalities (4), (5) and (6), where most respondents chose the option *Occasionally*, their values in this class are also similar to the average for all the respondents.

Table 2: Answers to the questions “if you would use an application to report changes that includes also a web map, how would you prefer to describe the change/error on the web map?” divided by the responses to the question “how would you prefer to report a change/error on the map?”: (1) by e-mail and (4) by a web application. The classes with the largest number of responses are coloured blue.

Functionality	Frequently	Occasionally	Never	Who (valid answers)
(1) I would like to mark the error/change with a single point on the web map (e.g., with a cloud, similar as it is displayed in Google Maps)	61%	32%	7%	all (528)
	49%	38%	13%	(1) e-mail (189)
	70%	27%	3%	(4) web application (308)
(2) I would like to plot the error/change with a line (vector) or area directly on the map	43%	42%	15%	all (523)
	32%	44%	24%	(1) e-mail (184)
	52%	39%	9%	(4) web application (310)
(3) I would like to add a detailed textual description of a change	43%	49%	8%	all (531)
	44%	48%	8%	(1) e-mail (188)
	43%	48%	9%	(4) web application (312)
(4) I would like to add a detailed drawing of the change (scanned document)	11%	46%	43%	all (519)
	21%	45%	34%	(1) e-mail (183)
	5%	47%	48%	(4) web application (308)
(5) I would like to add a photo of the current situation from the field (photograph taken with a phone or camera)	39%	54%	7%	all (532)
	42%	52%	6%	(1) e-mail (190)
	37%	55%	8%	(4) web application (311)
(6) I would like to add a GNSS track from my handheld navigation device	22%	44%	34%	all (521)
	19%	42%	39%	(1) e-mail (183)
	25%	45%	30%	(4) web application (310)

In Table 3, the responses to the same question are divided into three age groups for which the largest numbers of respondents were found: (2) 25–39, (3) 40–59 and (4) 60–79. In age group (4) 60–79, the proportions of respondents who would *Never* use the described functionality are higher than that of the average respondents. The only exception is functionality (4) *I would like to add a detailed drawing of the change*, where the proportion of those who would *Never* use it in this age group is 12% smaller than the average value.

A cross-section with the question “what is your hobby?” (Figure 3b), comparing only the most frequently selected answer (1) *mountaineers or alpinists* and all other answers summed in one class named *Other*, does not reveal significant differences and will therefore not be shown. The deviations from the average values are of the order of a few percent. Each group included a maximum of 242 simultaneous answers to both questions (how often would you use it, what is your hobby).

Table 3: Answers to the questions “if you would use an application to report changes that includes also a web map, how would you prefer to describe the change/error on the web map?” divided by age groups with the majority of respondents: (2) 25–39, (3) 40–59 in (4) 60–79. The classes with the largest number of responses are coloured blue.

Functionality	Frequently	Occasionally	Never	Who (valid answers)
(1) I would like to mark the error/change with a single point on the web map (e.g., with a cloud, similar as it is displayed in Google Maps)	61%	32%	7%	all (528)
	72%	27%	1%	(2) 25–39 (154)
	60%	31%	9%	(3) 40–59 (216)
	46%	37%	17%	(4) 60–79 (76)
	43%	42%	15%	all (523)
(2) I would like to plot the error/change with a line (vector) or area directly on the map	51%	40%	9%	(2) 25–39 (154)
	46%	40%	14%	(3) 40–59 (218)
	32%	50%	18%	(4) 60–79 (74)
	43%	49%	8%	all (531)
(3) I would like to add a detailed textual description of a change	45%	48%	7%	(2) 25–39 (154)
	42%	52%	6%	(3) 40–59 (219)
	40%	47%	13%	(4) 60–79 (77)
	11%	46%	43%	all (519)
	6%	44%	50%	(2) 25–39 (154)
(4) I would like to add a detailed drawing of the change (scanned document)	11%	50%	39%	(3) 40–59 (214)
	23%	46%	31%	(4) 60–79 (74)
	39%	54%	7%	all (532)
	34%	61%	5%	(2) 25–39 (153)
(5) I would like to add a photo of the current situation from the field (photograph taken with a phone or camera)	41%	52%	7%	(3) 40–59 (220)
	35%	56%	9%	(4) 60–79 (79)
	22%	44%	34%	all (521)
	20%	50%	30%	(2) 25–39 (155)
(6) I would like to add a GNSS track from my handheld navigation device	27%	38%	35%	(3) 40–59 (214)
	23%	39%	38%	(4) 60–79 (74)

Regarding the question asking about detailed procedural instructions for the behaviour of the editor of the application, the most frequently desired responses, with the highest total number of responses in the classes *Frequently* or *Occasionally* were: (1) *automated e-mail informs me that my contribution has been submitted to the system*, (3) *the editor informs me when a new version of the map will be issued for the area for which I have submitted a contribution*, and (5) *editor informs me when my contribution has been deleted, including the reason for the deletion* (Figure 11). The two medium-preferred functionalities are (2) *the editor sends me a personal e-mail informing me that my contribution has been accepted and when it will be considered*, and (4) *on the updated map it is written that volunteer data were used in its production*. For the latter two, most of the answers were in the class *Occasionally*, the numbers in classes *Frequent* and *Never* were similar.

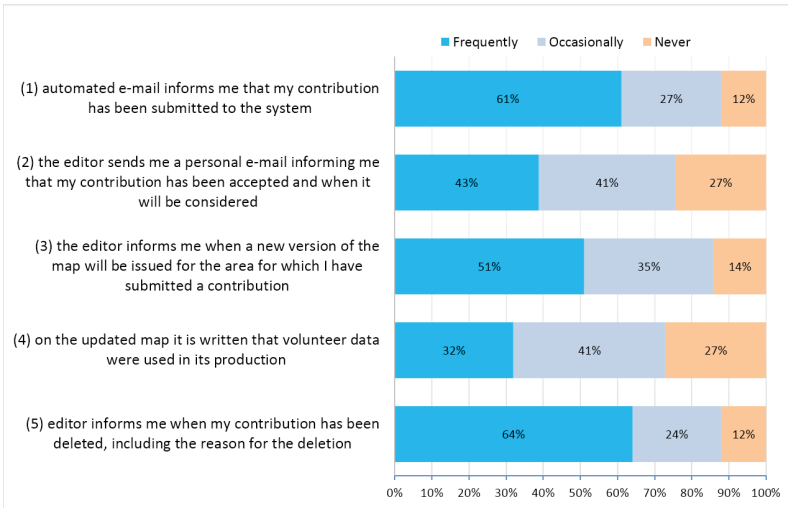


Figure 11: Answers to the questions “if the editor of the application for reporting changes on maps is going to answer to volunteers who submit contributions, how important is it to you that...?”. Valid answers are given in the following order: (1) 499, (2) 499, (3) 501, (4) 498 and (5) 499.

Looking at the answers to these questions divided according to the respondents’ activity on social networking sites (Table 4), we see the same detailed distribution of the most frequently selected answers as for the questions discussed in Table 1. The respondents who identified themselves as *active* chose the option *Frequently* more often than the average respondents for questions (1), (3) and (5), where already most of all answers were in the class *Frequently*. For questions (2) and (4), where most responses chose the class *Occasionally*, the proportion of active respondents in this class is also higher. Respondents who do not use social networking sites, however, chose for all functionalities the option *Never* more often than the average respondent.

Table 5 further divides the responses according to whether the respondents chose (1) *by e-mail* or (4) *by a web application* as being their preferred method for submitting changes. For the first question (1) *automated e-mail informs me that my contribution has been submitted to the system*, where the majority of respondents answered *Often*, those preferring to send changes *by e-mail* have 10% higher values in the class *Often* than the average. For question (4) *on the updated map it is written that volunteer data were*

used in its production, where the majority again answered with *Often*, the proportion of those preferring to use e-mail is 7% higher than the average. For the other questions, however, the difference is no more than a few percent.

Table 4: Answers to the questions "if the editor of the application for reporting changes on maps is going to answer to volunteers who submit contributions, how important is it to you that ...?" divided by the responses to the question "what type of social-networking-site user are you?": (1) *I am an active user*, (2) *I am a passive user*, (3) *I do not use social networking sites*. The classes with the highest number of responses are coloured blue.

Functionality	Frequently	Occasionally	Never	Who (valid answers)
(1) automated e-mail informs me that my contribution has been submitted to the system	61%	27%	12%	all (499)
	66%	24%	10%	(1) active (238)
	60%	28%	12%	(2) passive (179)
	49%	35%	16%	(3) non-user (77)
(2) the editor sends me a personal e-mail informing me that my contribution has been accepted and when it will be considered	32%	41%	27%	all (499)
	33%	44%	23%	(1) active (238)
	31%	41%	28%	(2) passive (180)
	25%	34%	41%	(3) non-user (76)
(3) the editor informs me when a new version of the map will be issued for the area for which I have submitted a contribution	51%	35%	14%	all (501)
	55%	32%	13%	(1) active (238)
	48%	37%	15%	(2) passive (180)
	48%	36%	16%	(3) non-user (77)
(4) on the updated map it is written that volunteer data were used in its production	32 %	41%	27%	all (498)
	30 %	48%	22%	(1) active (238)
	34 %	34%	32%	(2) passive (179)
	32 %	37%	31%	(3) non-user (76)
(5) editor informs me when my contribution has been deleted, including the reason for the deletion	64 %	24%	12%	all (499)
	66 %	22%	12%	(1) active (238)
	63 %	27%	10%	(2) passive (180)
	61 %	23%	16%	(3) non-user (75)

Table 6 divides the responses further by age group: (2) 25–39, (3) 40–59 and (4) 60–79. For the 60–79 age group, the values in the class *Never* to all questions are lower than those of the overall averages. This means that older people highly value all the feedback they can receive from the organiser. For question (1) *automated e-mail informs that my contribution has been submitted to the system*, where the majority answered *Frequently*, the proportion of those in the 60–79 age group is 17% higher than the overall average and in the 25–39 age group, 6% lower than the average. Another very interesting finding is the distribution of the responses to question (4) *on the updated map it is written that volunteered data were used in its production*, where the majority chose the option *Occasionally*. The highest proportion of those who chose *Frequently* was in the 25–39 age group.

Table 5: Answers to the questions “if the editor of the application for reporting changes on maps is going to answer to volunteers who submit contributions, how important is it to you that ...?” divided by the responses to the question “how would you prefer to report a change/error on the map”: (1) *by e-mail* and (4) *by a web application*. The classes with the highest number of responses are coloured blue.

Functionality	Frequently	Occasionally	Never	Who (valid answers)
(1) automated e-mail informs me that my contribution has been submitted to the system	61%	27%	12%	all (499)
	71%	22%	7%	(1) e-mail (173)
	57%	30%	13%	(4) web application (299)
(2) the editor sends me a personal e-mail informing me that my contribution has been accepted and when it will be considered	32%	41%	27%	all (499)
	39%	41%	20%	(1) e-mail (174)
	32%	41%	27%	(4) web application (298)
(3) the editor informs me when a new version of the map will be issued for the area for which I have submitted a contribution	51%	35%	14%	all (501)
	50%	38%	12%	(1) e-mail (175)
	51%	34%	15%	(4) web application (299)
(4) on the updated map it is written that volunteer data were used in its production	32%	41%	27%	all (498)
	29%	48%	23%	(1) e-mail (173)
	35%	37%	28%	(4) web application (298)
(5) editor informs me when my contribution has been deleted, including the reason for the deletion	64%	24%	12%	all (499)
	62%	27%	11%	(1) e-mail (175)
	65%	23%	12%	(4) web application (298)

Since we can already draw a conclusion based on the behaviour of these two questions (Tables 1, 2, 3, 4, 5, 6), we will only show the averages of all the respondents for the next question “how important is it to you that the web application for reporting changes on maps allows you to do the following ...?” (Figure 12). The conclusion can be drawn as: for those questions where the highest proportion of responses is in the class *Often*, the proportion of responses in the class *Often* increases if we ask only those who identified themselves as active on social networking sites or who are also more active in amateur associations at the same time. The proportions in the class *I would never use this functionality* increases for all answers if we ask only those who identified themselves as inactive.

The question with the most available choices (four) was “how important is it to you that the web application for reporting changes on maps allows you to do the following ...?”. It again asked about the importance of the different functionalities of the application for reporting the changes on maps (Figure 12). The functionality with the largest number of responses in the class *Very important* and also a high proportion of responses in the class *Medium important*, 87% in total, is (1) *in the application I can see in addition to the map also an orthophoto or satellite image of the country (which helps me to identify the location of the change)*. Also more important are the functionalities (4) *to get a response from the editor when I submit, that he has received my comment* and (8) *to see the status of the contributions (e.g., the contribution has been forwarded, the contribution has been taken into account when updating the map)*. These two functionalities had a combined score of 73% and 75%, respectively, in the classes

Very important and *Medium important*. The least important functionalities, i.e., the ones with the most responses in the classes *Unimportant* and *Less important*, were: (5) *to count how many contributions I have submitted*, (6) *to count how many people have seen my contribution*, and (9) *to display somewhere visible the cumulative number of the most active volunteers (e.g., the number of contributions submitted by the top three volunteers)*. The latter has less than 20% of the responses in the classes *Very* and *Medium import*. As the functionality with by far the highest number of responses in the *Medium importance* class, 47%, we can highlight the functionality (7) *to add a comment to other volunteers' contributions (e.g., add an additional photograph of the change)*. The two questions that were asking about contrasting options for the design of a basic system for submitting changes: (2) *I can only submit a contribution (change or bug) if I first log in to the system* and (3) *I can submit anonymously (it is not visible who submitted the change)*, received a more or less even distribution of responses across all four classes. Both are dominated by responses in the classes *Medium* and *Less important*, with a total of 63% for the first question and 60% for the latter.

Table 6: Answers to the questions “if the editor of the application for reporting changes on maps is going to answer to volunteers who submit contributions, how important is it to you that ...?” divided by age groups with the majority of respondents: (2) 25–39, (3) 40–59 and (4) 60–79. The classes with the largest number of responses are coloured blue.

Functionality	Frequently	Occasionally	Never	Who (valid answers)
(1) automated e-mail informs me that my contribution has been submitted to the system	61%	27%	12%	all (499)
	55%	35%	10%	(2) 25–39 (155)
	61%	24%	15%	(3) 40–59 (222)
	78%	13%	9%	(4) 60–79 (81)
(2) the editor sends me a personal e-mail informing me that my contribution has been accepted and when it will be considered	32%	41%	27%	all (499)
	34%	41%	25%	(2) 25–39 (155)
	26%	41%	33%	(3) 40–59 (222)
	38%	43%	19%	(4) 60–79 (81)
(3) the editor informs me when a new version of the map will be issued for the area for which I have submitted a contribution	51%	35%	14%	all (501)
	53%	33%	14%	(2) 25–39 (155)
	49%	36%	15%	(3) 40–59 (222)
	50%	35%	15%	(4) 60–79 (82)
(4) on the updated map it is written that volunteer data were used in its production	32%	41%	27%	all (498)
	40%	37%	23%	(2) 25–39 (155)
	29%	40%	31%	(3) 40–59 (221)
	23%	51%	26%	(4) 60–79 (81)
(5) editor informs me when my contribution has been deleted, including the reason for the deletion	64%	24%	12%	all (499)
	68%	24%	8%	(2) 25–39 (155)
	61%	22%	17%	(3) 40–59 (222)
	60%	29%	11%	(4) 60–79 (81)

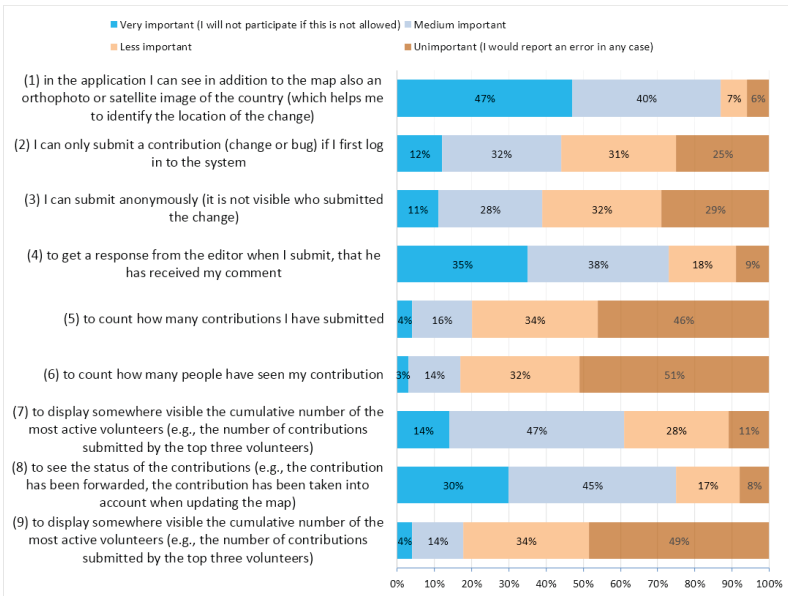


Figure 12: Answers to the questions "how important is it to you that the web application for reporting changes on maps allows the following ...?". Valid answers are given in the following order: (1) 503, (2) 503, (3) 505, (4) 506, (5) 505, (6) 505, (7) 503, (8) 506 and (9) 506.

At the end of the survey, respondents were given the opportunity to write additional comments, which were made by 96 respondents. They made several suggestions, some of which reflected the options already discussed in the previous questions. Most of them underlined the importance of feedback. They also stressed the importance of an easy-to-use interface of the application for reporting changes on maps, and some added examples of other change-reporting initiatives already in operation on various international and domestic volunteer portals. They also pointed out that the current initiatives for reporting changes on maps are too fragmented, meaning that each initiative has a different procedure for sending a correction.

4 DISCUSSION

In the research described above, based on an online survey of 653 potential Slovenian volunteers who would be willing to report changes on topographic maps, we quickly noticed similarities with the results of foreign surveys. Already in the additional comments, the respondents point out that there are separate initiatives for collecting corrections for different maps (e.g., PlanGIS, Open Street Map, Google Maps), which are not linked to each other. Therefore, a volunteer would have to enter the same change or error that he noticed into several systems if he wanted the error to be corrected on several different maps simultaneously. This discourages the volunteer from further participation, as there is no way he/she can remove the error from all the maps at the same time (national maps, maps from different publishers, international volunteer mapping portals). This is similar to the case of the different volunteer initiatives working simultaneously to communicate the consequences and needs after the devastating earthquake in the Mexico in 2018. There, Tapia-McClung (2018) discovered that due to

the large number of parallel initiatives, there was no way you could find all the information you needed in one place. This exacerbated the problem of digital exclusion, not only for those who did not know how to use the web, but also for those who did not know which initiatives already existed and were intended for a specific purpose.

The difference in the age group of our respondents is first observed when analysing the question of what type of maps they tend to use: printed, online or both in equal proportions. Here, we see that on average 12% of respondents most often use only printed maps. In the 60–79 age group, the proportion of printed map users rises to 22%. Younger respondents are more likely to use online maps, with an overall average of 46%, while in the age groups of 18–24 and 25–39 these proportions jump to 64% and 67% respectively. Middle-aged and older respondents, aged 40–59 and 60–79, prefer to combine printed and online maps, exceeding by 10% the overall average of 41%. The higher proportions of simultaneous use of online and printed maps, and the higher proportion of the use of only printed map in the oldest age groups may offer several conclusions. Firstly, that older people use printed maps as a medium that they are used to and that helps them understand the online maps. Secondly, they may be confused by different versions of the online maps or distracted by the lack of small letters or characters. A third possible conclusion is that they are reluctant to use computer novelties or are less digitally literate. All these reasons can be classified as cognitive, motor and sensory inhibitors of older people's participation in voluntary online initiatives (Gottwald et al., 2016). Therefore, among the ways to report changes, we should definitely ensure that printed maps are used, as in this way we will be able to ensure greater involvement of older people. Rzeszewski and Kotus (2019) have made a similar conclusion. They were using a relatively small sample of 30 participants for testing an application for collaborative spatial planning, who they asked how they would rather report changes in the future and 27% of those would rather use a printed map to report changes in the future, omitting the use of a web application.

Digital literacy is not the only issue when using online mapping portals, but it plays a major role in how respondents would prefer to report detected changes or errors on the map, as well as which functionalities of the application for collecting changes on the maps they would use more often. In our case, we can consider as less digitally literate those who identified themselves as non-users of social networking sites. Interestingly, however, these cannot be simply equated with the age group of 60–79, as the highest proportion of respondents in this age group, 72%, identified themselves as active organisers in amateur associations, being 7% higher than the average for all respondents.

Having a sufficient number of respondents in our survey in the age groups 25–39, 40–59 and 60–79, we can confirm that age is an important factor in how volunteers would prefer to submit changes on maps and how often they would use certain features of the application for reporting changes. In the population as a whole, the preferred way to submit changes is 38% for using e-mail and 56% for the web application, with a minority that would prefer telephone or traditional mail. Respondents in the 60–79 age group would prefer to submit changes by e-mail than the average respondent, with having as high as 59% preferring to use e-mail and only 32% a web application. In the 25–39 age group, the ratio is the opposite: only 23% would rather use e-mail and 75% a web application.

When analysing the frequency of potential use of a specific functionality of the web application for reporting changes on maps, we found higher average responses in the class *I would never use this* for all

the suggested functionalities in the age group of 60–79. This could be explained by the fear of using new computer tools in this age group, which is already well known in research addressing guidelines on how to adapt online mapping tools or applications for VGI gathering to older potential users or participants (Vrenko and Petrovič, 2015; Gottwald et al., 2016; Haklay et al., 2018; Rzeszewski and Kotus, 2019). However, the lower averages in the class *I would never use this* in the 60–79 age group compared to all the participants for questions that addressed different possible responses from the editor of an online application to the volunteer, suggest that receiving feedback is of utmost importance to older users. Baruck et al. (2016) similarly found while studying the Tomond volunteered initiative, organised under the DigitalGlobe, which was dedicated for volunteers to identify different objects in satellite imagery (e.g., fires, searching for the remains of missing aircraft), that giving feedback to older volunteers is very important when trying to ensure that they will continue to participate as long as possible.

5 CONCLUSION

Combining the analysis of our respondents' previous activity on social networking sites and in amateur associations, we see that we have captured an above-average number of individuals who are very active in their spare time (65% very active in amateur associations, 48% very active on social networking sites), who offer great potential for participation in online VGI initiatives to report changes or errors on maps. However, to maximise their participation in number and the time for which they remain active, which may gradually become limited as they get older, we will need to take into consideration the following:

- to allow changes to be reported by e-mail as well as through the web-based application for reporting changes;
- the initiative's administrator should ensure regular, as in-depth as possible, correspondence with the volunteers;
- to a majority of people the meters that count and show statistics on participation in the online initiative (e.g., how many contributions I have made, how many people have seen my contribution, who is the most active volunteer) are not the most important;
- volunteers would rather report a change just to one place, which afterwards should be automatically included in different mapping portals that present maps covering the same geographical area.

The last point in particular calls for a preliminary exploration of how both public and private cartographic institutions could participate in such an initiative to report changes at one spot, and how existing voluntary cartographic initiatives could be joined, before a new initiative for reporting changes on maps could be implemented.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to sincerely thank to all the respondents of the online survey and colleagues who made the survey reach such a large number of respondents. This research was performed in the scope of the applied research project L2-1826: "Lidar-facilitated volunteered geographic information for topographic change detection", supported financially by the Slovenian Research Agency, the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia and the Ministry of Defence of the Republic of Slovenia.

Literature and references:

- Ahmouda, A., Hochmair, H. H., Cvetojevic, S. (2018). Analyzing the effect of earthquakes on OpenStreetMap contribution patterns and tweeting activities. *Geo-spatial Information Science*, 21 (3). DOI: <https://doi.org/10.1080/10095020.2018.1498666>
- Baruch, A., May, A., Yu, D. (2016). The motivations, enablers and barriers for voluntary participation in an online crowdsourcing platform. *Computers in Human Behavior*, 64, 923–931. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.039>
- Fritz, S., See, L., Brovelli, M. (2017). Motivating and sustaining participation in VGI. In G. Foody, L. See, S. Fritz, P. Mooney, A.-M. Olteanu-Raimond, C. C. Fonte, V. Antoniou (Eds.). *Mapping and the Citizen Sensors* (pp. 93–117). London: Ubiquity Press. DOI: <https://doi.org/10.5334/bbf.e>
- Gottwald, S., Laatikainen, T. E., Kytä, M. (2016). Exploring the usability of PPGIS among older adults: challenges and opportunities. *International Journal of geographical information science*, 30 (12), 2321–2338. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1170837>
- Haklay, M., Jankowski, P., Zwoliński, Z. (2018). Selected modern methods and tools for public participation in urban planning – A review. *Quaestiones Geographicae*, 37 (3), 127–149. DOI: <https://doi.org/10.2478/quageo-2018-0030>
- Minghini, M., Antoniuo, V., Forte, C. C., Estima, J., Olteanu-Raimond, A.-M., See, L., Laakso, M., Skopeliti, A., Mooney, P., Arsanjani, J. J., Lupia, F. (2017). The relevance of protocols for VGI collection. In G. Foody, L. See, S. Fritz, P. Mooney, A.-M. Olteanu-Raimond, C. C. Fonte, V. Antoniou (Eds.). *Mapping and the Citizen Sensors* (pp. 223–247). London: Ubiquity Press. DOI: <https://doi.org/10.5334/bbf.j>
- Mooney, P., Minghini, M., Laakso, M., Antoniuo, V., Olteanu-Raimond, A.-M., Skopeliti, A. (2016). Towards a protocol for the collection of VGI Vector data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5 (11), 217. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi5110217>
- Olteanu-Raimond, A.-M., Hart, G., Foody, G. M., Touya, G., Kellenberger, Demetriou, D. (2017). The scale of VGI in map production: A perspective on European National Mapping Agencies. *Transactions in GIS*, 21 (1), 74–90. DOI: <https://doi.org/10.1111/tgis.12189>
- Poplin, A. (2015). How user-friendly are online interactive maps? Survey based on experiments with heterogeneous users. *Cartography and Geographic Information Science*, 42 (4), 358–376. DOI: <https://doi.org/10.1080/15230406.2014.991427>
- Rzeszewski, M., Kotus, J. (2019). Usability and usefulness of internet mapping platforms in participatory spatial planning. *Applied Geography*, 103, 56–69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.01.001>
- Vrenko, D., Petrovič, D. (2015). Effective online mapping and map viewer design for the senior population. *The Cartographic Journal*, 52 (1). DOI: <https://doi.org/10.1179/1743277413Y.0000000047>
- Tapia-McClung R. (2018). Volunteered geographic information, open data, and citizen participation: A review for post-seismic events reconstruction in Mexico. In O. Gervasi et al. (Eds.) *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2018. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 10963, (pp. 707–721). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-95171-3_56
- Touya, G., Antoniou, V., Christophe, S., Skopeliti, A. (2017). Production of topographic maps with VGI: quality management and automation. In G. Foody, L. See, S. Fritz, P. Mooney, A.-M. Olteanu-Raimond, C. C. Fonte, V. Antoniou (Eds.). *Mapping and the Citizen Sensors* (pp. 61–91). London: Ubiquity Press. DOI: <https://doi.org/10.5334/bbf.d>
- Triglav Čekada, M., Liseč, A. (2019). Piložnosti za uporabo prostovoljnih geografskih informacij v okviru nacionalne prostorske podatkovne infrastrukture. *Geodetski vestnik*, 63 (2), 199–212. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2019.02.199-212>
- Triglav Čekada, M., Radovan, D. (2019). Primerjava uporabe prostovoljnih geografskih informacij za spremljanje poplav in potresov. *Geografski vestnik*, 91 (2), 125–138. DOI: <https://doi.org/10.3986/GV91207>
- Triglav Čekada, M., Radovan, D. (2013). Using volunteered geographical information to map the November 2012 floods in Slovenia. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13 (11). DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2753-2013>

Triglav Čekada M., Radovan D. (2021). The willingness of volunteers to report changes on topographic maps (Pripravljenost prostovoljcev za sporočanje sprememb na topografskih kartah). *Geodetski vestnik*, 65 (3), 400–439.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.400-439>

PRIPRAVLJENOST PROSTOVOLJCEV ZA SPOROČANJE SPREMEMB NA TOPOGRAFSKIH KARTAH

OSNOVNE INFORMACIJE O ČLANKU:

GLEJ STRAN 400

1 UVOD

Prostovoljne geografske informacije (angl. *volunteered geographic information*) so neizčrpen vir podatkov za različne namene, tudi za kartografijo. Več evropskih držav jih že preizkuša pri posodabljanju svojih topografskih baz (v nadaljevanju jih bomo imenovali topografske karte), kjer jih uporabljajo predvsem kot dodaten vir za iskanje sprememb v naravi in odpravljanje napak na kartah (Triglav Čekada in Lisec, 2019). Akcije zbiranja prostovoljnih geografskih informacij za posodabljanje topografskih kart morajo biti pred izvedbo zelo skrbno načrtovane, saj lahko pri iskanju sprememb na topografskih kartah pričakujemo veliko manjši odziv prostovoljcev kot na primer ob zbiranju informacij o naravni nesreči. Naravna nesreča namreč neposredno vpliva na veliko število ljudi, ki so v trenutku nesreče veliko bolj pripravljeni sodelovati in pomagati tudi tako, da delijo informacije o posledicah nesreče (Triglav Čekada in Radovan, 2019). Pri tem pripravljenost za sodelovanje s časovno oddaljenostjo od nesreče začne hitro upadati (Triglav Čekada in Radovan, 2013; Ahmouda et al., 2018).

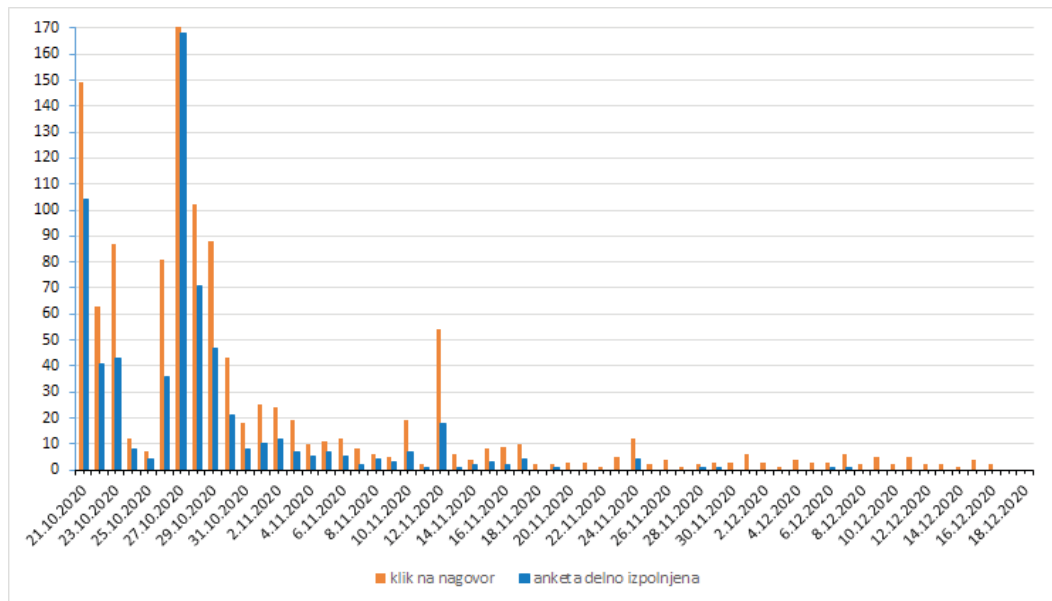
Če pa želimo pridobiti čim več uporabnih informacij oziroma navdušiti čim večjo skupino prostovoljcev tudi za sporočanje sprememb na topografskih kartah, moramo podati čim krajša in čim enostavnejša navodila za sodelovanje. Predolga navodila namreč udeležence odvrnejo od sodelovanja (Mooney et al., 2016; Fritz et al., 2017; Minghini et al., 2017). Tudi prezahtevna uporabniška izkušnja ali slab izbor funkcionalnosti lahko hitro odvrneta veliko potencialnih prostovoljcev. Po drugi strani pa tudi ne moremo pričakovati enotnih povratnih informacij primerne kakovosti zgolj na podlagi kratkih in enostavnih navodil. Zato je smiselno kasneje, pri obdelavi in uporabi tako pridobljenih informacij, več pozornosti posvetiti njihovi kakovosti (Mooney et al., 2016; Olteanu-Raimond et al., 2017). Večina evropskih geodetskih uprav, ki že preizkuša ali celo uporablja prostovoljne geografske informacije za pridobivanje dodatnih informacij o ustreznih spremembah topografskih kart, te pridobiva prek posebej za ta namen razvitih spletnih interaktivnih kart ali aplikacij, kamor prostovoljci vnašajo informacije, organizator akcije jih preveri in kasneje uporabi kot dopolnilni vir za nadgradnjo topografske karte (Triglav Čekada in Lisec, 2019). Spletne interaktivne karte, namenjene dodajanju prostovoljnih informacij, uporabniku ponujajo različne funkcionalnosti in stopnje uporabniške izkušnje (Poplin, 2015; Baruch et al., 2016; Gottwald et al., 2016; Rzeszewski in Kotus, 2019).

V članku so predstavljeni rezultati raziskave, ki smo jo izvedli v obliki spletne ankete. V njej smo potencialne slovenske prostovoljce, ki bi bili pripravljeni posredovati informacije o spremembah oziroma napakah na topografskih kartah, spraševali, kako naj bi po njihovem mnenju deloval sistem za zbiranje sprememb. Predvsem nas je zanimalo, kakšen uporabniški vmesnik (aplikacijo) bi najraje uporabljali. Cilj raziskave je, da bi lahko na podlagi rezultatov analize odgovorov v prihodnosti bolje načrtovali uporabniško

izkušnjo prostovoljcev. Vzdrževanje in spodbujanje aktivnosti prostovoljcev v prostovoljskih pobudah je namreč še vedno nerešeno vprašanje na področju zbiranja prostovoljnih geografskih informacij, čeprav je ravno od tega odvisno, ali bo akcija zbiranja uspešna.

2 METODOLOGIJA

Raziskava je bila izvedena s spletno anketo, ki smo jo izdelali v spletnem orodju *IKA* (<https://www.ika.si/>). Povezavo na anketo smo objavili na spletni strani projekta in Facebookovem profilu Geodetskega inštituta Slovenije. Obvestilo o anketi smo po e-pošti razposlali posameznikom, različnim prostovoljskim organizacijam in javnim ustanovam, ki se ukvarjajo s prostorom. Na podlagi teh obvestil sta bila ločena poziva k izpolnjevanju ankete objavljena še na spletni strani *Planinske zveze Slovenije* in spletnem portalu *Gore in ljudje*. V nekaj tednih smo izvedli tri obširnejše akcije obveščanja o anketi po e-pošti oziroma prek Facebooka. Dneve takšnih aktivnosti hitro prepoznamo na grafu posameznih klikov na anketo in število izpolnjenih anket na dan (slika 1). Anketa je bila aktivna skoraj dva meseca, od 21. 10. 2020 do 18. 12. 2020. Večino odgovorov smo prejeli v prvem mesecu po objavi ankete, kar je tudi skladno z obdobjem največje aktivnosti raziskovalne ekipe. Prepoznamo lahko tri vrhunce: 21. 10. 2020, ko smo anketo aktivirali in pričeli intenzivno obveščanje prek različnih kanalov, 27. 10. 2020, ko smo e-obveščanje o anketi ponovili in so anketo hkrati objavili na spletnih straneh *Planinske zveze Slovenije* ter portalu *Gore in ljudje*, in 10. 11. 2020, ko smo spet intenzivneje obveščali prek Facebooka.



Slika 1: Dnevno število klikov na anketo in vsaj delno izpolnjenih anket. Maksimum klikov na uvodni nagovor z dne 27. 10. 2020 je znašal 338, a je na sliki odrezan.

V anketi je bilo 29 vprašanj, ki smo jih smiselno razdelili na naslednje vsebinske sklope:

- anketiraneva dosedanja aktivnost na področju domačih in tujih spletnih prostovoljnih pobud, ki jih lahko štejemo med prostovoljne geografske informacije,

- vrsta in namen uporabe spletnih in tiskanih kart,
- preferenčni način oblikovanja spletne aplikacije za sporočanje sprememb in napak na kartah,
- anketirančeva dosedanja aktivnost v prostem času,
- splošna statistična vprašanja o spolu, starostni skupini, izobrazbi in poklicnem ter prostočasnem udejstvovanju.

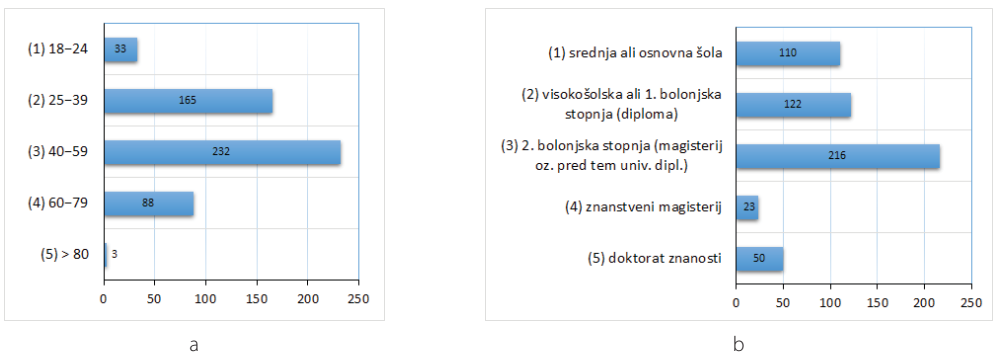
Anketna vprašanja so bila postavljena v zgornjem vrstnem redu, kjer so splošna vprašanja na koncu, da je bila ohranjena pozornost anketirancev, saj kljub anonimnosti veliko ljudi nerado podaja osebne podatke. Zaradi lažjega razumevanja so rezultati v nadaljevanju predstavljeni po obrnjenem vrstnem redu.

Na nagovor ali začetek ankete je kliknilo 1312 potencialnih anketirancev, približno polovica (653) jo je izpolnila vsaj delno. Anketo je v celoti izpolnilo 521 anketirancev, na ključno vprašanje »ali bi bili pripravljeni sporočiti spremembo oziroma napako na karti« je odgovorilo 599 anketirancev. Ker so anketiranci lahko posamezno vprašanje preskočili ali anketo končali predčasno, se prikazani deleži nanašajo na veljavno število odgovorov na posamezno vprašanje in ne na skupno število vseh anketirancev. Več kot dve tretjini anketirancev sta anketo izpolnili na računalniku (77 %), drugi na pametnem telefonu (23 %). Enaki deleži so bili zaznani tudi pri vseh klikih na anketo.

3 REZULTATI ANALIZE ANKETNIH ODGOVOROV

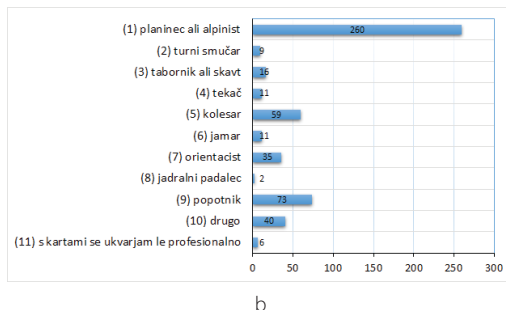
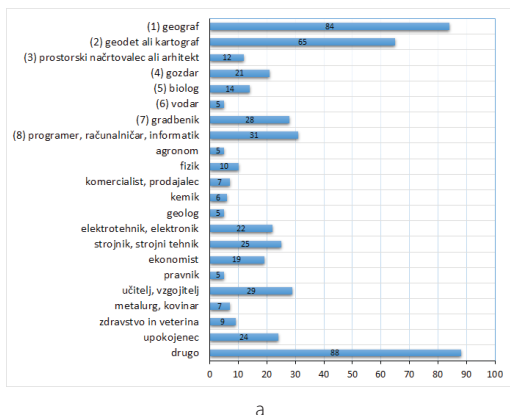
3.1 Osnovna statistika anketirancev

Splošna vprašanja se nanašajo na osebne podatke, zato nekateri niso želeli odgovarjati nanje, torej imamo pri vprašanjih o starostni skupini in najvišji stopnji izobrazbe najmanjše število veljavnih odgovorov (521), kar je 7 % manj, kot je bilo največje število veljavnih odgovorov v anketi (653). Pri vseh vprašanjih v tem sklopu so anketiranci lahko izbrali le en odgovor.



Slika 2: Starostna skupina anketiranih (a) in najvišja stopnja dosežene izobrazbe (b). Pri obeh vprašanjih je bilo veljavnih odgovorov 521.

Na vprašanje o spolu je odgovorilo 522 anketirancev, med njimi je bilo 69 % moških in 31 % žensk. Po starostni strukturi jih največ najdemo v razredu 40–59 let s 45 %, sledi razred 25–39 let z 32 % (slika 2a). Največ jih ima univerzitetno diplom oziroma 2. bolonjsko stopnjo, tj. 41 % (slika 2b).



Slika 3: Odgovori na vprašnji: (a) kaj ste po poklicu (524 veljavnih odgovorov) in (b) kaj ste ljubiteljsko (522 veljavnih odgovorov).

Pri poizvedbi o poklicu anketirancev smo v anketi ponudili premajhen nabor, tj. samo možnosti od (1) do (8), prikazane na sliki 3a. Zato je bilo več kot polovico odgovorov (55 %) *prostor me zanima ljubiteljsko, po poklicu pa sem ...* Le-te smo naknadno razvrstili v najpogostejše dodatne poklicne skupine, ki so na sliki 3a zapisane brez zaporedne številke. Z anketo smo zajeli največ geografov (16 %), sledijo geodeti ali kartografi (12 %), potem so s precej podobnimi deleži zastopani (okoli 5 %): gradbeniki, računalničarji ali informatiki, učitelji ali vzgojitelji, strojniki in upokojeneci. Poklici, ki so bili navedeni manj kot petkrat, niso ločeno predstavljeni, ampak so zajeti v skupini *drugo*.

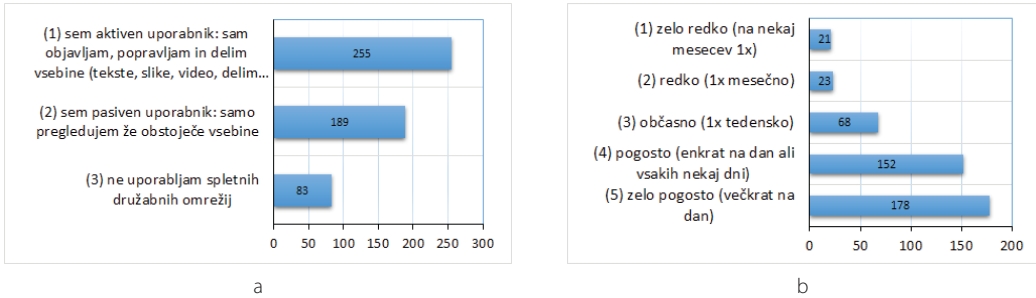
Ljubiteljsko se jih je polovica opredelila kot *planincev ali alpinistov* (50 %), kar je posledica tega, da je bila anketa odlično promovirana v okviru planinskih spletnih portalov (slika 3b). Druga najštevilčnejša skupina so bili *popotniki* s 14 %, tretja *kolesarji* z 11 %. Med 40 odgovori *drugo* je kar 13 takšnih (2 %), ki poudarjajo, da se v prostem času ukvarjajo z več dejavnostmi. Preostali odgovori *drugo* zajemajo še tri gasilce, dva markacista in druge.

3.2 Dosedanja aktivnost anketirancev v prostem času

Dosedanja aktivnost anketirancev v prostovoljnih udejstvovanjih smo merili z analizo njihove aktivnosti na spletnih družabnih omrežjih in v društvih.

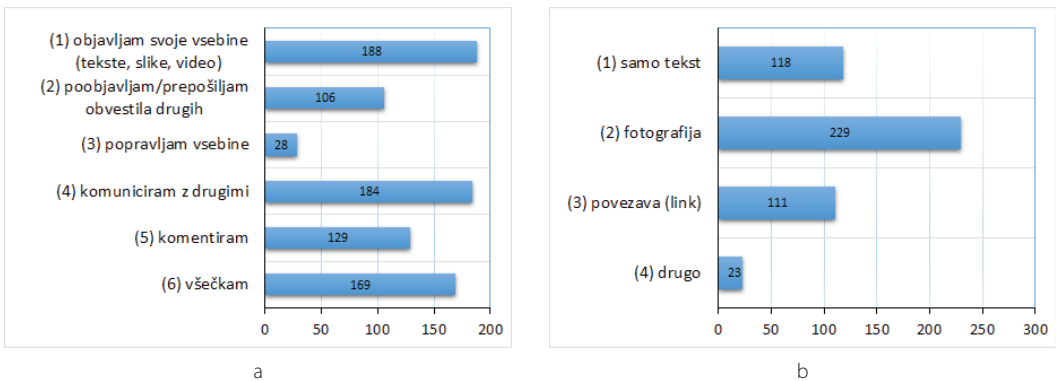
Na vprašanje »kako uporabljate spletna družabna omrežja« je 48 % sodelujočih odgovorilo, da so (1) *aktivni uporabniki, ki sami objavljajo, popravljajo in delijo vsebine*, 36 %, da so (2) *pasivni uporabniki, ki samo pregledujejo že obstoječe vsebine*, in 16 %, da (3) *ne uporabljajo spletnih družabnih omrežij* (slika 4a). Tisti, ki so izbrali (1) in (2), so lahko odgovarjali še na vprašnji »katera spletna družabna omrežja uporabljate« in »kako pogosto uporabljate spletna družabna omrežja«. Od prvotnih 527 anketirancev, ki so odgovarjali na vprašanje, kako uporabljajo spletna družabna omrežja, jih je na vprašanje »katera« odgovorilo 436, na vprašanje »kako pogosto« pa 442. Pri vprašanju »katera« so lahko izbrali več odgovorov hkrati. Največ, 88 % ali 383 vprašanih, uporablja Facebook, 42 % ali 181 Instagram, 69 Twitter, 41 Snapchat ter po 8 Flickr in TikTok. Kar 18 % jih uporablja še druga družabna omrežja, na primer 15 LinkedIn (www.linkedin.com), 8 Stravo (www.strava.com), 5 Viber (www.viber.com/en), 3 Pinterest (www.pinterest.com), 3 Whatsapp (www.whatsapp.com), ter po dva ali manj ostala. Na sliki 4b je prika-

zato število odgovorov po posameznih razredih vprašanja »kako pogosto uporabljate spletna družabna omrežja«. Glavnina vprašanih uporablja družabna omrežja zelo pogosto ali pogosto: 40 % zelo pogosto (večkrat na dan) in 34 % pogosto (enkrat na dan ali vsakih nekaj dni), manjšina pa redko (15 % enkrat tedensko, 5 % enkrat mesečno ali le enkrat na nekaj mesecev).



Slika 4: Odgovori na vprašanji: (a) »kako uporabljate spletna družabna omrežja« (527 veljavnih odgovorov) in (b) »kako pogosto uporabljate spletna družabna omrežja« (442 veljavnih odgovorov). Na obe vprašanji so lahko izbrali le po en odgovor.

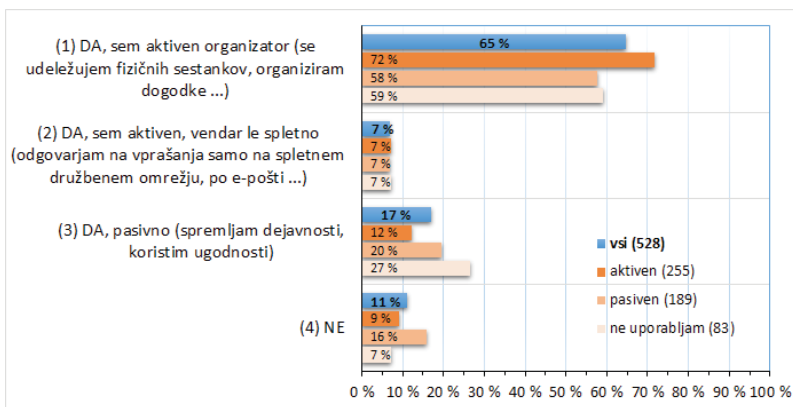
Naslednji vprašanji sta bili namenjeni le tistim, ki so na vprašanje glede aktivnosti na družabnih omrežjih (slika 4a) odgovorili z (1) *sem aktiven uporabnik*. Ti so lahko izbrali več odgovorov pri vprašanjih »kako jih največkrat uporabljate« in »v kakšnem formatu so največkrat podatki, ki jih objavljate« (slika 5). Največkrat spletna družabna omrežja uporabljajo tako, da (1) *objavljam svoje vsebine* s 74 %, sledi (4) *komuniciram z drugimi* z 72 % in (6) *všečkam* s 66 %. Manj kot polovica pa je izbrala: (2) *poobjavljam ali prepošiljam obvestila drugih*, (3) *popravljam vsebine* in (5) *komentiram*. Podatki, ki jih objavljajo, so največkrat v obliki (2) fotografije z 90 %, sledi (1) tekst s 46 % in (3) link s 44 %. Pri odgovoru *drugo* so večkrat navedli še uporabo GNSS-sledi.



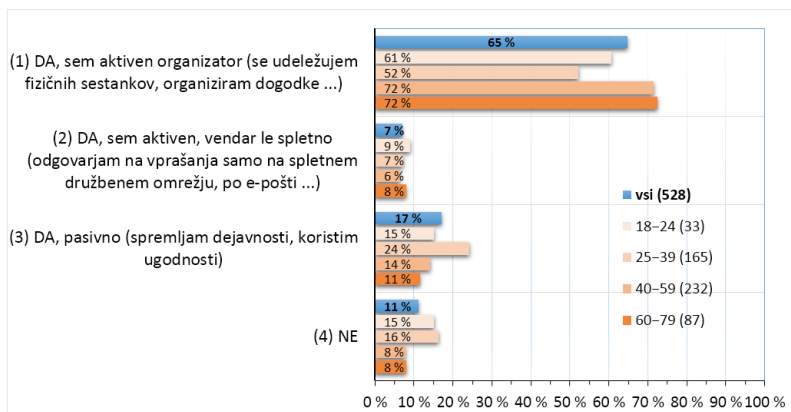
Slika 5: Odgovori na vprašanji: (a) »kako največkrat uporabljate spletna družabna omrežja« in (b) »v kakšnem formatu so največkrat podatki, ki jih objavljate na družabnih omrežjih«. Pri obeh vprašanjih so anketiranci lahko izbrali več odgovorov. Pri obeh vprašanjih je bilo 255 veljavnih odgovorov.

Vprašanje, s katerim smo spraševali o anketirančevi dosedanji dejavnosti v prostovoljskih društvih, je prikazano še glede na odgovore v vprašanju »kakšen tip uporabnika spletnih družabnih omrežij ste« (aktiven, pasiven, ne uporabljam) (slika 6a) in v kateri starostni razred spada anketiranec (slika 6b). Na sliki 6 so povprečja vseh vprašanih izrisana z modrimi stolpci, povprečja glede na posamezen odgovor drugega vprašanja pa v rjavih odtintih. Na sliki 6a vidimo, da so tisti, ki so aktivnejši na spletnih družabnih

omrežjih, aktivnejši tudi v društvih. Tako lahko aktivnejše v društvih enačimo z aktivnejšimi na družabnih omrežjih in v nadaljevanju preučujemo križanja samo z enim od teh dveh vprašanj. Tistih, ki ne uporabljajo družabnih omrežij, pa je največ v razredu (3) *pasivno sem vključen v društvene dejavnosti, tako da spremljam dejavnosti in koristim ugodnosti*. Na sliki 6b vidimo še, da nadpovprečno velik delež aktivnih organizatorjev v društvih spada v starostna razreda 60–79 let in 40–59 let. V starostnem razredu 20–39 let pa je višje povprečje (3) *pasivno aktivnih v društvih*. To je razumljivo, saj se večina ljudi v tem obdobju intenzivno ukvarja z grajenjem kariere, zaradi česar jim zmanjkuje časa za prostovoljno udejstvovanje.



a



b

Slika 6: Odgovori na vprašanje »ali ste član kakšnega prostovoljnega društva«, razdeljeni na: (a) »kakšen tip uporabnika spletnih družabnih omrežij ste«: (1) sem aktiven uporabnik, (2) sem pasiven uporabnik, (3) ne uporabljam družabnih omrežij (slika 4a) in (b) »starostni razred«: 18–24, 25–39, 40–59 in 60–79 (slika 2a). V oklepaju je zapisano veljavno število odgovorov pri osnovnem vprašanju (528) oziroma razredu podrobneje delitve (število anketirancev, ki so odgovorili na obe vprašanji hkrati).

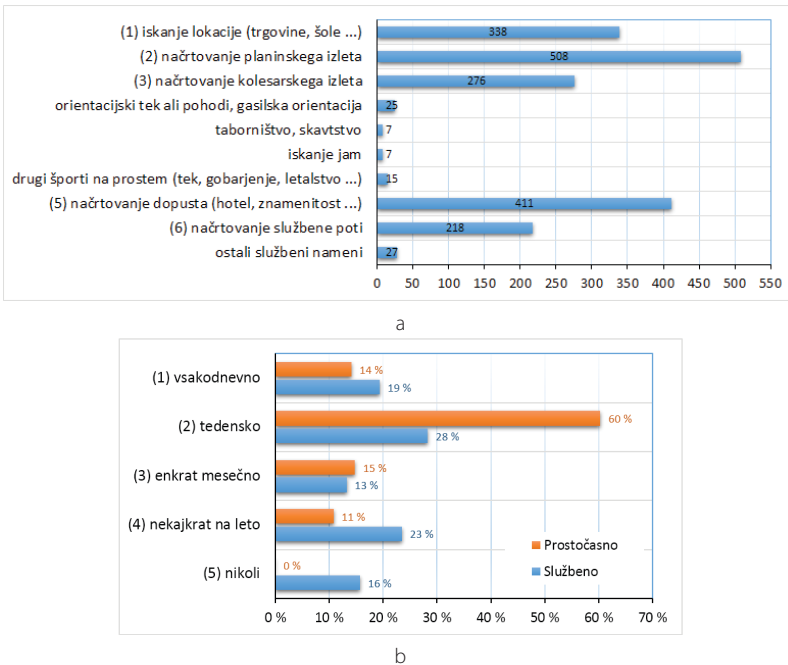
3.3 Dosedanje aktivnosti v prostovoljnih geografskih pobudah

Na začetku ankete smo postavili dve vprašanji o pretekli aktivnosti prostovoljcev v mednarodnih in domačih prostovoljnih pobudah. Pri obeh vprašanjih so lahko izbrali več odgovorov hkrati.

Pri prvem, to je »v katerih mednarodnih prostovoljnih iniciativah za posodabljanje spletnih kart ste že sodelovali«, je bilo veljavnih odgovorov 653. V mednarodnih prostovoljnih pobudah je sodelovalo 17 % anketirancev (108). Največ (80) jih je sodelovalo v pobudi OpenStreetMap (www.openstreetmap.org), devet v Google Maps (www.google.si/maps), osem v Wikimapii (www.wikimapia.org), trije v TomTomu (www.tomtom.com), dva v Here Maps (wego.here.com) in po eden v Bikemapu (www.bikemap.net), Camptocampu (www.camptocamp.org), Esriju (www.esri.com), Garminu (www.garmin.com), Kompassu (www.kompass.de), Wikilocu (www.wikiloc.com), Zooniversu (www.zooniverse.org), enajst pa jih je navedlo različne domače pobude.

Delež takšnih, ki so že sodelovali v domačih prostovoljnih pobudah, je višji kot pri mednarodnih, saj je v njih sodelovalo že 36 % anketirancev (ob 638 veljavnih odgovorih). Največ (115) jih je sporočalo zaznavanje potresov na Agencijo RS za okolje (potresi.arso.gov.si), 111 jih je sporočalo popravke o planinskih poteh na Planinsko zvezo Slovenije (www.planinske-poti.si), 6 podatke o drugih poteh (www.jakobovapot.si, www.pespoti.si), 28 jih je dodajalo vsebino na sloj zgodovine na Geopedijo (www.geopedija.si), 18 jih je dodajalo podatke o poplavih na sloj Zveze geografov Slovenije na Geopediji (www.geopedija.si), devet jih je sodelovalo v različnih naravoslovnih pobudah (prisotnost različnih živalskih ali rastlinskih vrst, na primer ptic, invazivnih vrst), dva pri sporočanju podatkov o jamah. Posamezniki pa poročajo še o sodelovanju v okviru različnih občinskih pobud ali pobud neprofitnih organizacij.

3.4 Kako anketiranci uporabljajo spletne in tiskane karte



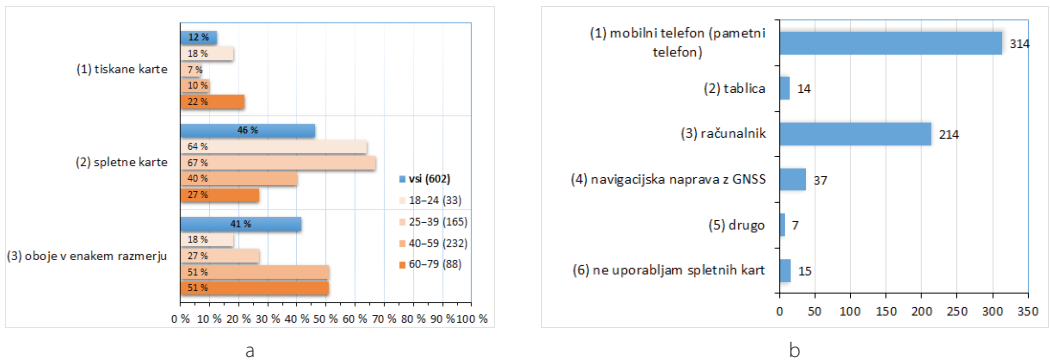
Slika 7: Odgovori na vprašanja: (a) »v okviru katere dejavnosti največkrat uporabljate tiskane ali spletne karte« (611 veljavnih odgovorov) in (b) »kako pogosto uporabljate karte za svoje službene aktivnosti« – modri (605 veljavnih odgovorov) in »kako pogosto uporabljate karte za svoje prostočasne aktivnosti« – rjavi (602 veljavna odgovora).

Pri vprašanju »v okviru katere dejavnosti največkrat uporabljate tiskane ali spletne karte« so lahko anketiranci izbrali več odgovorov. Ker jih je 90 izbralo možnost *drugo*, smo jih naknadno razdelili po

datnih razredih, ki so na sliki 7a prikazani brez številke pred opisom aktivnosti. Največ anketirancev (83 %) uporablja karte (2) za načrtovanje planinskega izleta, temu sledi (5) načrtovanje dopusta s 67 % in 55 % za (1) različna iskanja lokacije (trgovine, šole). Ostale možnosti so prejele manj kot 50 %. V službene namene karte uporablja samo 40 % anketiranih, kar dobimo, če seštejemo skupaj razreda (6) načrtovanje službene poti in ostali službeni nameni.

Pri naslednjih štirih vprašanjih so anketiranci lahko izbrali le po enega od ponujenih odgovorov.

Tako za službene kot prostočasne aktivnosti anketiranci največkrat uporabljajo karte *enkrat na teden*, saj smo z anketo zajeli izredno kartografsko pismeno populacijo (slika 7b). Enkrat tedensko karte uporabljajo za službene aktivnosti 171 anketirancev, za prostočasne pa 363. Za prostočasne aktivnosti karte uporabljajo vsaj nekajkrat na leto vsi, za službene aktivnosti kart nikoli ne uporablja 95 anketirancev (16 %).



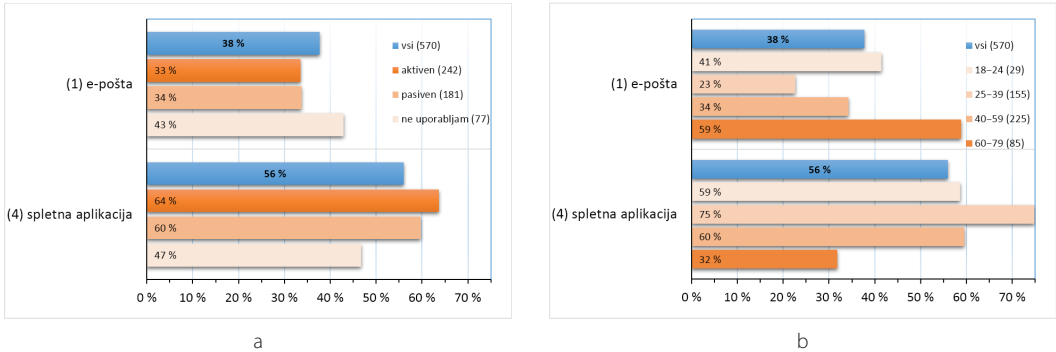
Slika 8: Odgovor na vprašnji: (a) »kakšen tip kart največkrat uporabljate« (602 veljavna odgovora) in (b) »če uporabljate spletne karte, kje si jih največkrat prikazujete« (601 veljaven odgovor).

Večina največkrat uporablja *spletne karte* oziroma *spletne in tiskane karte v enakem razmerju*, le 12 % jih največkrat uporablja samo *tiskane karte* (slika 8a). Od 75 takšnih, ki največkrat uporabljajo samo *tiskane karte*, jih samo 15 nikoli ne uporablja spletnih kart, kar razberemo iz naslednjega vprašanja, ki sprašuje po napravi, na kateri si anketiranci največkrat prikazujejo spletne karte (sliki 8b). Če pogledamo razrez še po starostnih razredih, vidimo, da tiskane karte največ uporablja starostni razred 60–79, kjer je delež takšnih, ki uporabljajo tiskane karte, 22 %. Največ pa uporabljajo samo spletne karte v starostnih razredih 18–24 in 25–39, kjer sta deleža v teh razredih kar 64 % oziroma 67 %. Tiskane in spletne karte pa največkrat uporabljata starostna razreda 40–59 in 60–79 z 51 %. Spletne karte si polovica (52 %) prikazuje na mobilnem telefonu, sledi računalnik s 36 %, veliko manjše deleže imata tablica in navigacijska naprava z GNSS (sliki 8b). Razred *drugo* pa bi lahko enakomerno prištel k računalniku in mobilnemu telefonu, saj je v njem večina poudarila, da uporabljajo za prikaz spletnih kart več naprav hkrati.

3.5 Pripravljenost za sodelovanje in najljubši način sporočanja sprememb

Na ključno vprašanje ankete »ali bi bili pripravljeni sporočiti spremembo oziroma napako tistim, ki skrbijo za njeno posodabljanje« je odgovorilo 599 anketirancev: 90 % z *da*, 5 % z *ne* in 5 % z *da, pogojno*. V slednjo skupino se je uvrstila večina takšnih, ki so poudarili, da bi sodelovali, če bi bilo sodelovanje dovolj enostavno in če bi jih večkrat opomnili, da se akcija izvaja. Če povzamemo, vidimo, da bi skupno kar 95 % anketirancev sodelovalo v takšnih prostovoljskih akcijah.

Na vprašanje »kako bi najraje sporočili spremembo/napako na karti« je odgovorilo 570 anketirancev. Največ (319 oziroma 56 %) bi jih uporabilo (4) spletno aplikacijo oziroma program za sporočanje sprememb, 215 (38 %) bi jih uporabilo (1) e-pošto, 23 (4 %) (3) telefon, dva (2) klasično pošto in 11 (2 %) jih je odgovorilo *drugo*. V razredu *drugo* prevladujejo odgovori, ki izpostavljajo hkratno uporabo več že naštetih možnosti, med njimi sta dva navedla, da bi napako fotografirala in jo poslala kot MMS. Če odgovore v najštevilčnejših skupinah takšnih, ki bi napako poslali po e-pošti ali bi uporabili spletno aplikacijo, razdelimo po njihovi lastni oceni, kako aktivni so na spletnih družabnih omrežjih (slika 9a), bi spletno aplikacijo raje kot povprečen anketiranec uporabljati anketiranci, ki so že do sedaj bolj spletno aktivni, torej izbiri (1) *sem aktiven uporabnik* in (2) *sem pasiven uporabnik*. Skupina (3) *ne uporabljam spletnih družabnih omrežij* pa je bolj naklonjena uporabi e-pošte za sporočanje sprememb, kjer za nekoliko presega povprečje vseh vprašanih. Če odgovore prikažemo še razdeljene po starostnih skupinah (slika 9b), bi spremembe po e-pošti raje kot povprečni vprašani pošiljala starostna razreda 18–29 let in 60–79 let. Razreda z več kot 80 let nismo prikazali, saj sta v njem samo dva odgovora, ki sta izbrala telefon oziroma e-pošto. Bolj naklonjena spletni aplikaciji sta pričakovano starostna razreda 25–39 let in 40–59 let.



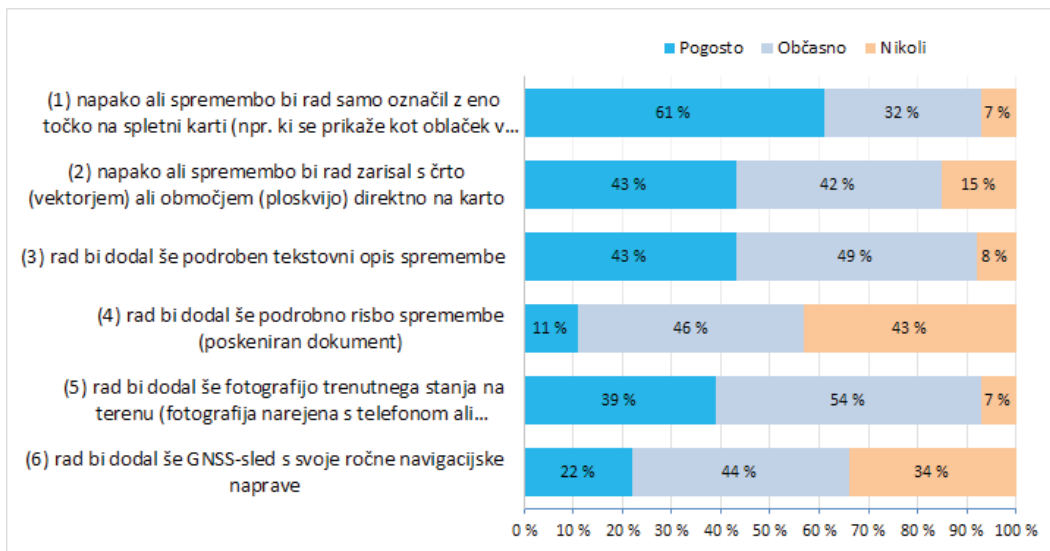
Slika 9: Odgovori na vprašanje: »kako bi najraje sporočili spremembo/napako na karti«: (a) odgovori glede na vprašanje »kakšen tip uporabnika spletnih družabnih omrežij ste«: (1) sem aktiven uporabnik, (2) sem pasiven uporabnik, (3) ne uporabljam družabnih omrežij in (b) glede na »starostni razred«: 18–24, 25–39, 40–59 in 60–79. V oklepaju je zapisano veljavno število vprašanih pri osnovnem vprašanju (570) oziroma razredu podrobnejše delitve (število anketirancev, ki so odgovorili na obe vprašanji).

3.6 Preferenčni način delovanja aplikacije za zbiranje sprememb na kartah

Sledila so tri vprašaja, kako bi morala delovati aplikacija za sporočanje oziroma zbiranje sprememb, da bi vprašani pri tem najraje sodelovali: najprej »na kak način bi najraje sporočili spremembo« (slika 10), potem »kaj vam je najpomembnejše, da aplikacija omogoča« (slika 12) in nazadnje »kakšen odziv pričakujete od urednika aplikacije« (slika 11). Vrstni red zadnjih dveh smo pri prikazu in ovrednotenju zamenjali, da ju lahko obravnavamo hkrati z istimi presečnimi vprašanji: »kako aktivni uporabniki spletnih družabnih omrežij ste« ter »kako bi najraje sporočili spremembo na karti«.

Pri vprašanju »Če bi uporabili aplikacijo za sporočanje sprememb, ki vključuje tudi spletno karto, kako bi najraje opisali spremembo/napako na njej?« so se med potencialno največkrat uporabljene možnosti oziroma potencialne funkcionalnosti aplikacije z največ odgovori v razredih *pogosto* ali *občasno* uvrstile (slika 10): (1) *napako ali spremembo bi rad samo označil z eno točko na spletni karti (npr. ki se prikaže*

kot oblaček v Google Maps), (2) napako ali spremembo bi rad zarisal s črto (vektorjem) ali območjem (ploskvijo) direktno na karto, (3) rad bi dodal še podroben tekstovni opis spremembe in (5) rad bi dodal še fotografijo trenutnega stanja na terenu (fotografija narejena s telefonom ali fotoaparatom). Delež takšnih, ki teh možnosti ne bi uporabljali (ki so izbrali *nikoli*), je nižji od 15 %. Le dve možnosti, to sta (4) rad bi dodal še podrobno risbo spremembe (poskeniran dokument) in (6) rad bi dodal še GNSS-sled (angl. GNSS track) s svoje ročne navigacijske naprave, imata večino odgovorov v razredih *občasno* in *nikoli*, razred *pogosto* pa ne presega 22 %.



Slika 10: Odgovori na vprašanje: »Če bi uporabili aplikacijo za sporočanje sprememb, ki vključuje tudi spletno karto, kako bi najraje opisali spremembo/napako na njej?« Predstavljeni so vsi veljavni odgovori, po zaporedju vprašanj si sledijo: (1) 528, (2) 523, (3) 531, (4) 519, (5) 532, (6) 521.

Če si odgovore na vprašanja ogledamo še ločeno glede na dosedanjo aktivnost anketirancev v spletnih družabnih omrežjih (preglednica 1), predvsem modro obarvane razrede z največ odgovori, opazimo, da so aktivni uporabniki kar na vsa vprašanja večkrat od povprečja vseh anketirancev izbrali možnost *pogosto*. Pri vprašanih (4) in (6), kjer je večina anketirancev izbrala možnost *občasno*, pa so tudi njihove vrednosti v tem razredu višje od povprečja vseh anketirancev. Anketiranci, ki *ne uporabljajo družabnih omrežij*, pa so kar pri vseh vprašanih večkrat od povprečja vseh vprašanih izbrali, da ne bi te možnosti uporabili *nikoli*.

V preglednici 2 so odgovori razdeljeni glede na to, kaj so anketiranci izbrali za svojo najljubšo metodo oddaje sprememb: (1) *e-pošta* ali (4) *spletno aplikacijo*. Preostalih treh možnih odgovorov, tj. *navadna pošta*, *telefon* in *drugo*, nismo prikazali, saj se je zanje odločilo veliko manj anketirancev. Pri prvih dveh funkcionalnostih, kjer je večina izbrala *pogosto*, imajo anketiranci iz razreda (4) *uporabil bi spletno aplikacijo*, kar za 10 % višje povprečje v razredu *pogosto* od skupnega povprečja. Razlika med razredoma (1) *oddal bi preko e-pošte* in (4) *preko spletne aplikacije* znaša celo 20 %. Pri vprašanih (4), (5) in (6), kjer je večina anketirancev izbrala možnost *občasno*, so tudi njihove vrednosti v tem razredu približno enake povprečju vseh anketirancev.

Preglednica 1: Odgovori na vprašanje »Če bi uporabili aplikacijo za sporočanje sprememb, ki vključuje tudi spletno karto, kako bi najraje opisali spremembo/napako na njej?«, ločeni glede na odgovore »kakšen tip uporabnika spletnih družabnih omrežij ste«: (1) *sem aktiven uporabnik*, (2) *sem pasiven uporabnik*, (3) *ne uporabljam družabnih omrežij*. Delež, v katerem je največ odgovorov v posamezni rubriki, je obarvan modro.

Vprašanje	Pogosto	Občasno	Nikoli	Kdo (veljavni odgovori)
	61 %	32 %	7 %	vsi (528)
(1) napako ali spremembo bi rad samo označil z eno točko na spletni karti (npr. ki se prikaže kot oblaček v Google Maps)	67 %	27 %	6 %	(1) aktiven (231)
	58 %	34 %	8 %	(2) pasiven (177)
	59 %	29 %	12 %	(3) ne uporabljam (73)
	43 %	42 %	15 %	vsi (523)
(2) napako ali spremembo bi rad zarisal s črto (vektorjem) ali območjem (ploskvijo) direktno na karto	53 %	36 %	11 %	(1) aktiven (232)
	37 %	48 %	15 %	(2) pasiven (176)
	40 %	43 %	17 %	(3) ne uporabljam (72)
(3) rad bi dodal še podroben tekstovni opis spremembe	43 %	49 %	8 %	vsi (531)
	47 %	46 %	7 %	(1) aktiven (234)
	36 %	55 %	9 %	(2) pasiven (176)
	43 %	47 %	11 %	(3) ne uporabljam (75)
(4) rad bi dodal še podrobno risbo spremembe (poskeniran dokument)	11 %	46 %	43 %	vsi (519)
	13 %	50 %	37 %	(1) aktiven (230)
	10 %	40 %	50 %	(2) pasiven (173)
	5 %	47 %	48 %	(3) ne uporabljam (73)
(5) rad bi dodal še fotografijo trenutnega stanja na terenu (fotografija narejena s telefonom ali fotoaparatom)	39 %	54 %	7 %	vsi (532)
	45 %	50 %	5 %	(1) aktiven (235)
	35 %	58 %	7 %	(2) pasiven (177)
	27 %	60 %	13 %	(3) ne uporabljam (75)
(6) rad bi dodal še GNSS-sled (angl. <i>GNSS track</i>) s svoje ročne navigacijske naprave	22 %	44 %	34 %	vsi (521)
	29 %	45 %	26 %	(1) aktiven (232)
	18 %	45 %	37 %	(2) pasiven (172)
	18 %	37 %	45 %	(3) ne uporabljam (73)

V preglednici 3 so odgovori razdeljeni glede na tri starostne razrede, v katerih je bilo največ anketirancev: (2) 25–39, (3) 40–59 in (4) 60–79. V starostnem razredu (4) 60–79 so deleži anketirancev, ki ne bi *nikoli* uporabili opisane funkcionalnosti, višji, kot je povprečje za vse vprašane v razredu *nikoli*. Edina izjema je funkcionalnost (4) *rad bi dodal še podrobno risbo spremembe*, kjer je delež takšnih, ki tega ne bi *nikoli* uporabljali, v tem starostnem razredu kar 12 %.

Presek z vprašanjem »kaj ste ljubiteljsko« (slika 3b) in primerjava samo med najpogosteje izbranim odgovorom (1) *planinec in alpinist* ter vsemi ostalimi odgovori, seštetimi v razred *drugo*, ne da bistvenih razlik, zato ga ne bomo prikazali. Odstopanja od povprečja za vse odgovore so v rangu nekaj odstotkov. V vsako skupino je spadalo največ 242 hkratnih odgovorov na obe vprašanji (kako pogosto bi uporabili, kaj ste ljubiteljsko).

Preglednica 2: Odgovori na vprašanje »Če bi uporabili aplikacijo za sporočanje sprememb, kako bi najraje opisali spremembo/napako na njej?«, ločeni glede na odgovore »kako bi najraje sporočili spremembo na karti?«: (1) *po e-pošti* ter (4) *z aplikacijo za oddajanje sprememb*. Delež, v katerem je največ odgovorov v posamezni rubriki, je obarvan modro.

Vprašanje	Pogosto	Občasno	Nikoli	Kdo (veljavni odgovori)
(1) napako ali spremembo bi rad samo označil z eno točko na spletni karti (npr. ki se prikaže kot oblaček v Google Zemljevidih)	61 %	32 %	7 %	vsi (528)
	49 %	38 %	13 %	(1) e-pošto (189)
	70 %	27 %	3 %	(4) spletno aplikacijo (308)
(2) napako ali spremembo bi rad zarisal s črto (vektorjem) ali območjem (ploskvijo) direktno na karto	43 %	42 %	15 %	vsi (523)
	32 %	44 %	24 %	(1) e-pošto (184)
	52 %	39 %	9 %	(4) spletno aplikacijo (310)
(3) rad bi dodal še podroben tekstovni opis spremembe	43 %	49 %	8 %	vsi (531)
	44 %	48 %	8 %	(1) e-pošto (188)
	43 %	48 %	9 %	(4) spletno aplikacijo (312)
(4) rad bi dodal še podrobno risbo spremembe (poskeniran dokument)	11 %	46 %	43 %	vsi (519)
	21 %	45 %	34 %	(1) e-pošto (183)
	5 %	47 %	48 %	(4) spletno aplikacijo (308)
(5) rad bi dodal še fotografijo trenutnega stanja na terenu (fotografija narejena s telefonom ali fotoaparatom)	39 %	54 %	7 %	vsi (532)
	42 %	52 %	6 %	(1) e-pošto (190)
	37 %	55 %	8 %	(4) spletno aplikacijo (311)
(6) rad bi dodal še GNSS-sled (ang. <i>GNSS track</i>) s svoje ročne navigacijske naprave	22 %	44 %	34 %	vsi (521)
	19 %	42 %	39 %	(1) e-pošto (183)
	25 %	45 %	30 %	(4) spletno aplikacijo (310)

Pri vprašanju glede podrobnih postopkovnih navodil za ravnanje urednika aplikacije so se med največkrat zaželene odzive, s skupno največ odgovori v razredih *pogosto* ali *občasno*, uvrstile možnosti (slika 11): (1) *dobim avtomatsko e-pošto, da je bil moj prispevek oddan v sistem*, (3) *da me urednik obvesti, kdaj bo za območje, za katero sem oddal prispevek, izdana nova verzija karte* in (5) *da me obvesti, ko se moj prispevek briše, in pove tudi razlog za brisanje*. Nekako srednje zaželene sta možnosti (2) *da mi urednik pošlje osebno e-pošto, v kateri me obvesti, da je bil moj prispevek sprejet in kdaj ga bodo obravnavali* in (4) *da je na obnovljeni karti napisano, da so pri njeni izdelavi uporabili tudi prostovoljno pridobljene podatke*. Pri slednjih dveh je največ dogovorov sicer v razredu *občasno*, vendar so deleži v razredih *pogosto* in *nikoli* primerljivi.

Če si odgovore na vprašanja ogledamo še ločeno glede na dosedanje aktivnosti anketirancev v spletnih družabnih omrežjih (preglednica 4), vidimo enako podrobno razporeditev največkrat izbranih odgovorov kot pri vprašanjih, obravnavanih v preglednici 1. Anketiranci, ki so se opredelili kot *aktivni*, so na vprašanja (1), (3) in (5), kjer je večina odgovorila *pogosto*, večkrat od povprečja izbrali možnost *pogosto*. Na vprašanji (2) in (4), kjer je pri večini glavnina odgovorov v razredu *občasno*, pa je delež aktivnih v tem razredu prav tako višji. Anketiranci, ki *ne uporabljajo družabnih omrežij*, pa so kar pri vseh vprašanjih, večkrat od povprečja, izbrali možnost *nikoli*.

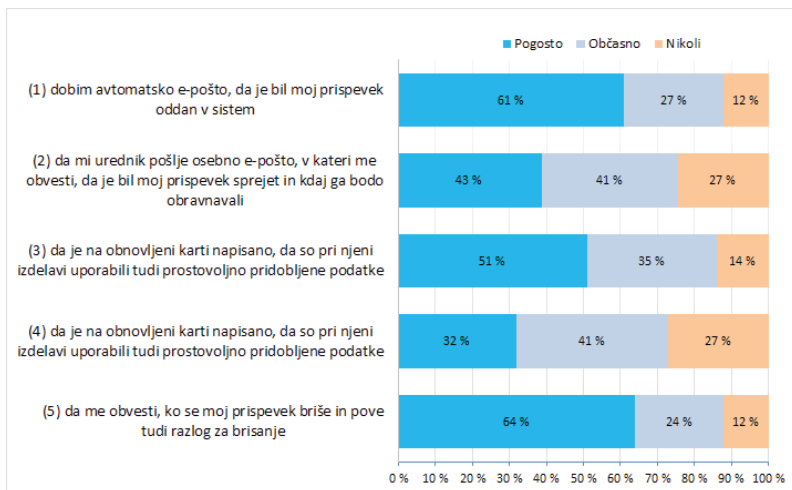
Preglednica 3: Odgovori na vprašanje »Če bi uporabili aplikacijo za sporočanje sprememb, kako bi najraje opisali spremembo/napako na njej?«, ločeni glede na tri starostne razrede z največ anketiranci: (2) 25–39, (3) 40–59 in (4) 60–79. Delež, v katerem je največ odgovorov v posamezni rubriki, je obarvan modro.

Vprašanje	Pogosto	Občasno	Nikoli	Kdo (veljavni odgovori)
(1) napako ali spremembo bi rad samo označil z eno točko na spletni karti (npr. ki se prikaže kot oblaček v Google Zemljevidih)	61 %	32 %	7 %	vsi (528)
	72 %	27 %	1 %	(2) 25–39 (154)
	60 %	31 %	9 %	(3) 40–59 (216)
	46 %	37 %	17 %	(4) 60–79 (76)
(2) napako ali spremembo bi rad zarisal s črto (vektorjem) ali območjem (ploskvijo) direktno na karto	43 %	42 %	15 %	vsi (523)
	51 %	40 %	9 %	(2) 25–39 (154)
	46 %	40 %	14 %	(3) 40–59 (218)
	32 %	50 %	18 %	(4) 60–79 (74)
(3) rad bi dodal še podroben tekstovni opis spremembe	43 %	49 %	8 %	vsi (531)
	45 %	48 %	7 %	(2) 25–39 (154)
	42 %	52 %	6 %	(3) 40–59 (219)
	40 %	47 %	13 %	(4) 60–79 (77)
(4) rad bi dodal še podrobno risbo spremembe (poskeniran dokument)	11 %	46 %	43 %	vsi (519)
	6 %	44 %	50 %	(2) 25–39 (154)
	11 %	50 %	39 %	(3) 40–59 (214)
	23 %	46 %	31 %	(4) 60–79 (74)
(5) rad bi dodal še fotografijo trenutnega stanja na terenu (fotografija narejena s telefonom ali fotoaparatom)	39 %	54 %	7 %	vsi (532)
	34 %	61 %	5 %	(2) 25–39 (153)
	41 %	52 %	7 %	(3) 40–59 (220)
	35 %	56 %	9 %	(4) 60–79 (79)
(6) rad bi dodal še GNSS-sled (ang. <i>GNSS track</i>) s svoje ročne navigacijske naprave	22 %	44 %	34 %	vsi (521)
	20 %	50 %	30 %	(2) 25–39 (155)
	27 %	38 %	35 %	(3) 40–59 (214)
	23 %	39 %	38 %	(4) 60–79 (74)

V preglednici 5 so odgovori razdeljeni še glede na to, ali so anketiranci za najljubšo metodo oddaje sprememb izbrali (1) *e-pošto* ali (4) *spletno aplikacijo*. Pri prvem vprašanju (1) *da dobim avtomatsko e-pošto, ko je bil moj prispevek oddan v sistem*, kjer jih je večina odgovorila s *pogosto*, je delež odgovorov v razredu *pogosto* za 10 % višji od povprečja pri takšnih, ki bi najraje uporabljali (1) *e-pošto*. Pri vprašanju (4) *da je na obnovljeni karti napisano, da so pri njeni izdelavi uporabili tudi prostovoljno pridobljene podatke*, kjer je večina odgovorila z *občasno*, pa je delež takšnih iz razreda (1) *z e-pošto* 7 % višji od povprečja. Pri drugih vprašanjih ni zaznati več kot nekajodstotnih razlik.

V preglednici 6 so odgovori deljeni še glede na starostne razrede: (2) 25–39, (3) 40–59 in (4) 60–79. V starostnem razredu 60–79 so vsa povprečja za odgovor *nikoli* nižja od skupnih povprečij, kar pomeni, da starejši izjemno cenijo vse povratne informacije, ki jih dobijo od organizatorja. Pri vprašanju (1)

da dobim avtomatsko e-pošto, ko je bil moj prispevek oddan v sistem, kjer je večina odgovorila *pogosto*, je delež takšnih v starostnem razredu 60–79 za 17 % višji od skupnega povprečja, v starostnem razredu 25–39 pa 6 % nižji od povprečja. Zelo povedna je še razporeditev odgovorov pri vprašanju (4) *da je na obnovljeni karti napisano, da so pri njeni izdelavi uporabili tudi prostovoljno pridobljene podatke*, kjer je večina izbrala možnost *občasno*. V starostnem razredu 25–39 je bil delež takšnih, ki so izbrali *pogosto*, najvišji.



Slika 11: Odgovori na vprašanje »Če bo urednik aplikacije za javljanje sprememb na kartah odgovarjal prostovoljcem, ki bodo oddali prispevke, kako pomembno vam je, da ...«. Predstavljene so vsi veljavni odgovori, po zaporedju vprašanj si sledijo: (1) 499, (2) 499, (3) 501, (4) 498 in (5) 499.

Ker na podlagi analize teh dveh vprašanj (preglednice 1, 2, 3, 4, 5, 6) že lahko sklepamo na zakonitost, bomo pri naslednjem vprašanju »Kako pomembno vam je, da spletna aplikacija za javljanje sprememb na kartah omogoča naslednje?« prikazali samo povprečja vseh anketirancev (slika 12). Zakonitost lahko strnemo v: pri vprašanjih, kjer je najvišji delež odgovorov v razredu *pogosto*, delež odgovorov *pogosto* še zraste, če vprašamo samo takšne, ki so se opredelili kot aktivni na spletnih družabnih omrežjih oziroma so tudi aktivnejši v prostovoljskih društvih. Deleži v razredu *nikoli ne bi uporabil te funkcionalnosti* narastejo pri vseh odgovorih, če vprašamo samo takšne, ki so se opredelili za *neaktivne*.

Vprašanje z največ razpoložljivimi odgovori je bilo »kako pomembno vam je, da spletna aplikacija za javljanje sprememb na kartah omogoča naslednje«. V njem smo spet spraševali po pomenu različnih funkcionalnosti aplikacije za zbiranje sprememb (slika 12). Največ odgovorov v razredu *zelo pomembno* in tudi velik delež odgovorov v razredu *srednje pomembno*, skupno 87 %, je pri funkcionalnosti (1) *poleg karte v aplikaciji vidim še državni ortofoto ali satelitski posnetek (s katerima si pomagam, da identificiram lokacijo spremembe)*. Med pomembnejše lahko štejemo še funkcionalnosti (4) *da ob oddaji dobim odziv urednika, da je prejel mojo pripombo* in (8) *da vidim status prispevkov (npr. prispevek je bil posredovan naprej, prispevek so upoštevali pri popravi karte)*. Slednji sta imeli v razredih *zelo* in *srednje pomembno* skupaj 73 % oziroma 75 %. Kot najmanj pomembne funkcionalnosti, torej takšne z največ odgovori v

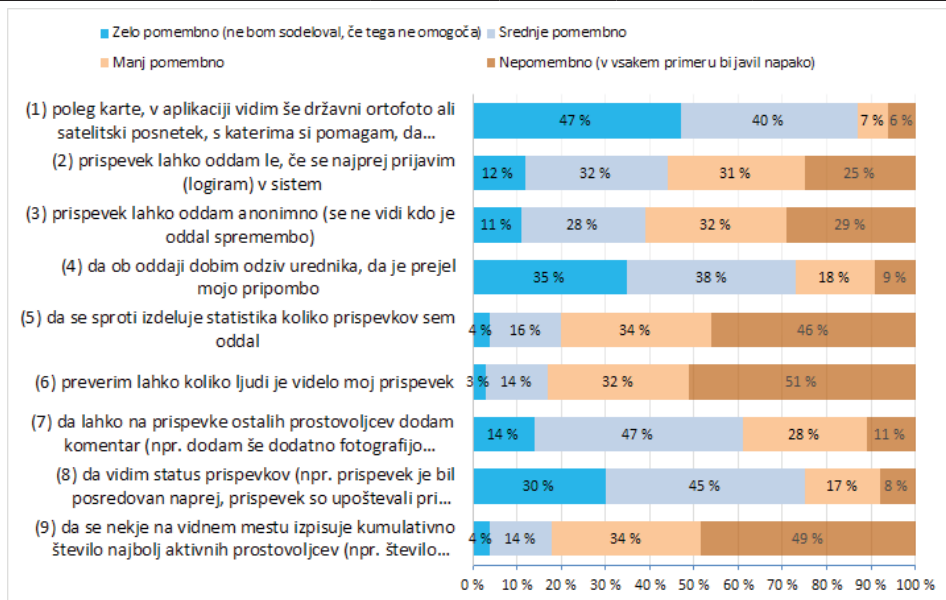
razredih *nepomembno* in *manj pomembno*, so izbrali: (5) *da se sproti izdeluje statistika, koliko prispevkov sem oddal*, (6) *preverim lahko, koliko ljudi je videlo moj prispevek* in (9) *da se nekeje na vidnem mestu izpisuje kumulativno število najbolj aktivnih prostovoljcev (npr. število oddanih prispevkov prvih treh prostovoljcev)*. Slednje imajo v razredih *zelo* in *srednje pomembno* manj kot 20 % odgovorov. Kot vprašanje, v katerem je bilo izrazito največ odgovorov v razredu *srednje pomembno*, kar 47 %, lahko izpostavimo funkcionalnost (7) *da lahko na prispevke ostalih prostovoljcev dodam komentar (npr. dodam še dodatno fotografijo spremembe)*. Vprašnji, ki sta spraševali ravno po nasprotnih možnostih izvedbe osnovnega sistema za oddajanje sprememb (2) *prispevek (spremembo ali napako) lahko oddam le, če se najprej prijavim (logiram) v sistem* in (3) *prispevek lahko oddam anonimno (se ne vidi, kdo je oddal spremembo)*, pa sta bili deležni približno enakomerne razporeditve odgovorov v vseh štirih razredih. Pri obeh prevladujejo odgovori v razredih *srednje* in *manj pomembno*, skupno je v prvem 63 % in drugem 60 % odgovorov.

Preglednica 4: Odgovori na vprašanje »Če bo urednik aplikacije za javljanje sprememb na kartah odgovarjal prostovoljcem, ki bodo oddali prispevke, kako pomembno vam je, da ...«, ločeni glede na odgovore »kakšen tip uporabnika spletnih družabnih omrežij ste«: (a) *aktiven uporabnik*, (b) *pasiven uporabnik*, (c) *ne uporabljam družabnih omrežij*. Delež, v katerem je največ odgovorov v posamezni rubriki, je obarvan modro.

Vprašanje	Pogosto	Občasno	Nikoli	Kdo (veljavni odgovori)
(1) dobim avtomatsko e-pošto, da je bil moj prispevek oddan v sistem	61 %	27 %	12 %	vsi (499)
	66 %	24 %	10 %	(1) aktiven (238)
	60 %	28 %	12 %	(2) pasiven (179)
	49 %	35 %	16 %	(3) ne uporabljam (77)
(2) da mi urednik pošlje osebno e-pošto, v kateri me obvesti, da je bil moj prispevek sprejet in kdaj ga bodo obravnavali	32 %	41 %	27 %	vsi (499)
	33 %	44 %	23 %	(1) aktiven (238)
	31 %	41 %	28 %	(2) pasiven (180)
	25 %	34 %	41 %	(3) ne uporabljam (76)
(3) da me urednik obvesti, kdaj bo za območje, za katero sem oddal prispevek, izdana nova verzija karte	51 %	35 %	14 %	vsi (501)
	55 %	32 %	13 %	(1) aktiven (238)
	48 %	37 %	15 %	(2) pasiven (180)
	48 %	36 %	16 %	(3) ne uporabljam (77)
(4) da je na obnovljeni karti napisano, da so pri njeni izdelavi uporabili tudi prostovoljno pridobljene podatke	32 %	41 %	27 %	vsi (498)
	30 %	48 %	22 %	(1) aktiven (238)
	34 %	34 %	32 %	(2) pasiven (179)
	32 %	37 %	31 %	(3) ne uporabljam (76)
(5) da me obvesti, ko se moj prispevek briše in pove tudi razlog za brisanje	64 %	24 %	12 %	vsi (499)
	66 %	22 %	12 %	(1) aktiven (238)
	63 %	27 %	10 %	(2) pasiven (180)
	61 %	23 %	16 %	(3) ne uporabljam (75)

Preglednica 5: Odgovori na vprašanje »Če bo urednik aplikacije za javljanje sprememb na kartah odgovarjal prostovoljcem, kako pomembno vam je, da ...«, ločeni glede na odgovore »kako bi najraje sporočili spremembo na karti«: (1) *po e-pošti* ter (4) *v aplikaciji za oddajanje sprememb*. Delež, v katerem je največ odgovorov v posamezni rubriki, je obarvan modro.

Vprašanje	Pogosto	Občasno	Nikoli	Kdo (veljavni odgovori)
(1) dobim avtomatsko e-pošto, da je bil moj prispevek oddan v sistem	61 %	27 %	12 %	vsi (499)
	71 %	22 %	7 %	(1) e-pošto (173)
	57 %	30 %	13 %	(4) spletno aplikacijo (299)
(2) da mi urednik pošlje osebno e-pošto, v kateri me obvesti, da je bil moj prispevek sprejet in kdaj ga bodo obravnavali	32 %	41 %	27 %	vsi (499)
	39 %	41 %	20 %	(1) e-pošto (174)
	32 %	41 %	27 %	(4) spletno aplikacijo (298)
(3) da me urednik obvesti, kdaj bo za območje, za katero sem oddal prispevek, izdana nova verzija karte	51 %	35 %	14 %	vsi (501)
	50 %	38 %	12 %	(1) e-pošto (175)
	51 %	34 %	15 %	(4) spletno aplikacijo (299)
(4) da je na obnovljeni karti napisano, da so pri njeni izdelavi uporabili tudi prostovoljno pridobljene podatke	32 %	41 %	27 %	vsi (498)
	29 %	48 %	23 %	(1) e-pošto (173)
	35 %	37 %	28 %	(4) spletno aplikacijo (298)
(5) da me obvesti, ko se moj prispevek briše in pove tudi razlog za brisanje	64 %	24 %	12 %	vsi (499)
	62 %	27 %	11 %	(1) e-pošto (175)
	65 %	23 %	12 %	(4) spletno aplikacijo (298)



Slika 12: Odgovori na vprašanje »Kako pomembno vam je, da spletna aplikacija za javljanje sprememb na kartah omogoča naslednje ...«. Predstavljeni so vsi veljavni odgovori, po zaporedju vprašanj si sledijo: (1) 503, (2) 503, (3) 505, (4) 506, (5) 505, (6) 505, (7) 503, (8) 506 in (9) 506.

Preglednica 6: Odgovori na vprašanje »Če bo urednik aplikacije za javljanje sprememb na kartah odgovarjal prostovoljcem, kako pomembno vam je, da ...« ločeni glede na odgovore treh starostnih razredov, v katerih je bilo največ anketirancev: (2) 25–39, (3) 40–59 in (4) 60–79. Delež, v katerem je največ odgovorov v posamezni rubriki, je obarvan modro.

Vprašanje	Pogosto	Občasno	Nikoli	Kdo (veljavni odgovori)
	61 %	27 %	12 %	vsi (499)
(1) dobim avtomatsko e-pošto, da je bil moj prispevek oddan v sistem	55 %	35 %	10 %	(2) 25–39 (155)
	61 %	24 %	15 %	(3) 40–59 (222)
	78 %	13 %	9 %	(4) 60–79 (81)
	32 %	41 %	27 %	vsi (499)
(2) da mi urednik pošlje osebno e-pošto, v kateri me obvesti, da je bil moj prispevek sprejet in kdaj ga bodo obravnavali	34 %	41 %	25 %	(2) 25–39 (155)
	26 %	41 %	33 %	(3) 40–59 (222)
	38 %	43 %	19 %	(4) 60–79 (81)
	51 %	35 %	14 %	vsi (501)
(3) da me urednik obvesti, kdaj bo za območje, za katero sem oddal prispevek, izdana nova verzija karte	53 %	33 %	14 %	(2) 25–39 (155)
	49 %	36 %	15 %	(3) 40–59 (222)
	50 %	35 %	15 %	(4) 60–79 (82)
	32 %	41 %	27 %	vsi (498)
(4) da je na obnovljeni karti napisano, da so pri njeni izdelavi uporabili tudi prostovoljno pridobljene podatke	40 %	37 %	23 %	(2) 25–39 (155)
	29 %	40 %	31 %	(3) 40–59 (221)
	23 %	51 %	26 %	(4) 60–79 (81)
	64 %	24 %	12 %	vsi (499)
(5) da me obvesti, ko se moj prispevek briše in pove tudi razlog za brisanje	68 %	24 %	8 %	(2) 25–39 (155)
	61 %	22 %	17 %	(3) 40–59 (222)
	60 %	29 %	11 %	(4) 60–79 (81)

Na koncu so anketiranci lahko zapisali še dodatne komentarje, kar jih je naredilo 96. V slednjih je bilo podanih več predlogov, ki delno povzemajo že v prejšnjih vprašanjih obravnavane možnosti. Večina jih je dodatno izpostavila pomen povratnih informacij. Poudarjajo še velik pomen enostavnega uporabniškega vmesnika aplikacije za zbiranje sprememb, nekateri dodajajo še primere že obstoječih pobud za zbiranje sprememb na različnih mednarodnih in domačih portalih. Izpostavljajo še razdrobljenost na tem področju, saj za vsako pobudo obstaja drug način sporočanja sprememb.

4 DISKUSIJA

V opisani raziskavi, narejeni na podlagi spletne ankete, ki je zajela 653 slovenskih prostovoljcev za oddajo sprememb na topografskih kartah, hitro opazimo podobnosti z rezultati tujih raziskav. Že v dodatnih komentarjih anketiranci izpostavljajo, da obstajajo ločene pobude za zbiranje popravkov na različnih kartah (na primer PlanGIS, Open Street Map, Google Maps), ki pa se ne povezujejo med seboj. Zato bi moral prostovoljec vnašati isto zaznano spremembo v naravi v več sistemov, če bi želel, da bi se napaka odpravila na več različnih kartah. To ga odvrne od sodelovanja, saj nikakor ne more odstraniti napake z vseh kart hkrati (državnih kart, kart različnih založb, mednarodnih prostovoljnih kartografskih portalov). Podobno je bilo po rušilnem potresu leta 2018 v Mehiki, ko je hkrati delovalo veliko različnih prostovoljnih pobud za sporočanje posledic in potreb. Tam je Tapia-McClung (2018) ugotovil, da zaradi velikega števila vzporednih pobud nikakor nisi mogel najti vseh ustreznih informacij na enem mestu. S tem se je še poglobil problem digitalne izključenosti, ne samo tistih, ki niso znali

uporabljati spleta, ampak tudi takšnih, ki niso vedeli, katere pobude že obstajajo.

Razliko glede na starost anketirancev v naši raziskavi najprej opazimo pri analizi vprašanja, kakšen tip kart običajno uporabljajo: tiskane, spletne ali oboje v enakem razmerju. Tu smo videli, da povprečno 12 % vprašanih največkrat uporablja samo tiskane karte. V starostnem razredu 60–79 se delež uporabnikov tiskanih kart dvigne na 22 %. Mlajši anketiranci več uporabljajo spletne karte, skupno povprečje je 46 %, v starostnih razredih 18–24 in 25–39 pa ti deleži poskočijo na 64 % oziroma 67 %. Starejši raje kombinirajo tiskane in spletne karte, kjer v starostnih razredih 40–59 in 60–79 za 10 % presegajo povprečje kombinirane uporabe obeh tipov kart, ki znaša 41 %. Višji deleži kombiniranja spletnih in tiskanih kart ter višji deleži uporabe tiskanih kart v najstarejšem starostnem razredu lahko ponujajo več ugotovitev. Prvič, da starejši tiskane karte uporabljajo kot medij, ki so ga navajeni in jim je v veliko pomoč pri razumevanju spletnih kart, in drugič, da jih begajo različni tipi spletnih kart ali motijo premajhne črke ali znaki. Mogoče je tudi sklepati, da čutijo odpor do računalniških novosti oziroma so slabše digitalno pismeni. Vse te vzroke lahko uvrstimo med kognitivne, motorične in senzorične zaviralce sodelovanja starejših v prostovoljnih spletnih pobudah (Gottwald et al., 2016). Zato moramo med možnostmi, kako označiti spremembo, vsekakor dopustiti tudi tiskane karte, saj bomo tako lahko zagotovili večjo vključenost starejših. Podobno sta ugotovila Rzeszewski in Kotus (2019). Na razmeroma majhnem vzorcu 30 preizkuševalcev testne aplikacije za sodelovalno prostorsko načrtovanje sta sklepala, da bi v prihodnje kar 27 % njunih preizkuševalcev želelo spremembe sporočiti z uporabo tiskane karte, torej brez spletne aplikacije.

Digitalna pismenost ne pomeni težave samo pri uporabi spletnih kartografskih portalov, temveč ima veliko vlogo tudi pri tem, kako bi anketiranci najraje posredoval podatke o zaznanih spremembah oziroma napakah na karti, in tudi katere funkcionalnosti aplikacije za zbiranje sprememb na kartah bi uporabljali večkrat. V našem primeru lahko kot digitalno slabše pismene obravnavamo takšne, ki so se opredelili, da ne uporabljajo spletnih družabnih omrežij. Vendar jih zanimivo ne moremo kar enačiti s starostnim razredom 60–79, saj se jih je v tem starostnem razredu največ, to je 72 %, opredelilo kot aktivnih organizatorjev v prostovoljskih društvih, kar je za 7 % več, kot znaša povprečje vseh anketiranih.

Ker smo imeli v naši anketi zadostno število anketirancev v starostnih razredih 25–39, 40–59 in 60–79, lahko potrdimo, da je starost pomemben dejavnik pri tem, kako bi prostovoljci najraje oddali spremembo in kako pogosto bi uporabljali posamezne funkcionalnosti aplikacije za oddajanje sprememb. V celotni populaciji je razmerje 38 % za pošiljanje sprememb po e-pošti in 56 % za spletno aplikacijo, nekaj odstotkov pa odpade še na telefon in klasično pošto. Anketiranci iz starostnega razreda 60–79 let bi raje kot povprečni anketiranec oddajali spremembe po e-pošti, saj je v tej skupini razmerje naslednje: 59 % po e-pošti in 32 % s spletno aplikacijo. V starostnem razredu 25–39 let pa je razmerje ravno obratno: 23 % po e-pošti in 75 % s spletno aplikacijo.

Pri analizi pogostosti uporabe posamezne funkcionalnosti spletne aplikacije za sporočanje sprememb smo ugotovili višja povprečja odgovorov v razredu *nikoli ne bi uporabil vseh predlaganih funkcionalnosti* v starostnem razredu 60–79 let. Gre jih pripisati strahu pred uporabo novih računalniških orodij, ki je že dobro poznan v raziskavah, kjer obravnavajo smernice, kako prilagoditi spletna kartografska orodja ali aplikacije za pridobivanje prostovoljnih podatkov starejšim potencialnim uporabnikom oziroma sodelujočim (Vrenko in Petrovič, 2015; Gottwald et al., 2016; Haklay et al., 2018; Rzeszewski in Kotus, 2019). Nižja povprečja v razredu *nikoli* v starostnem razredu 60–79 let pri vprašanih, ki so obravnavala različne odzive urednika spletne aplikacije za oddajanje sprememb po e-pošti nazaj k prostovoljcu, pa kažejo, da je starejšim uporabnikom povratna komunikacija izrednega pomena. Baruck et al. (2016) so enako zaznali velik pomen povratnih informacij za

nadaljevanje sodelovanja starejših prostovoljcev v prostovoljni pobudi Tomnod, ki je delovala pod okriljem DigitalGlobe in je bila namenjena razpoznavanju objektov na satelitskih posnetkih (na primer požari, iskanje ostankov pogrešanih letal).

5 SKLEP

Na podlagi analize dosedanje aktivnosti naših anketirancev na spletnih družabnih omrežjih in v prostovoljskih društvih vidimo, da smo zajeli nadpovprečno veliko prostovoljno zelo aktivnih posameznikov (65 % zelo aktivnih v prostovoljskih društvih, 48 % zelo aktivnih na spletnih družabnih omrežjih), ki pomenijo velik potencial za sodelovanje v spletnih pobudah za sporočanje sprememb oziroma napak na kartah. Da bi zagotovili njihovo čim številčnejše in čim dlje trajajoče sodelovanje, ki lahko postopoma postane omejeno z njihovo starostjo, pa bomo pri načrtovanju takšne pobude morali upoštevati, da:

- se poleg spletne aplikacije za sporočanje sprememb omogoči tudi sporočanje sprememb po e-pošti;
- bo administrator pobude skrbel za redno, čim bolj poglobljeno komuniciranje s prostovoljci;
- števci, ki štejejo in kažejo statistike sodelovanja v spletni pobudi (koliko prispevkov sem oddal, koliko ljudi je videlo moj prispevek, kdo je najbolj aktiven prostovoljec), večini niso najbolj pomembni;
- prostovoljec odda zaznano spremembo le na eno mesto in se ta potem samodejno popravi na vseh portalih z različnimi kartami, ki pokrivajo neko geografsko območje.

Predvsem zadnja točka kar kliče po tem, da se pred izvedbo nove pobude za sporočanje sprememb na kartah razišče, kako bi lahko v njej sodelovale tako državne kot zasebne kartografske ustanove in kako bi v proces vključili že obstoječe prostovoljne kartografske pobude.

ZAHVALA

Avtorja se najlepše zahvaljujeva vsem anketirancem in kolegom, ki so poskrbeli, da je anketa dosegla tako velik krog naslovnikov. Raziskava je nastala v okviru aplikativnega raziskovalnega projekta *L2-1826: Lidarsko podprte prostovoljne geografske informacije za ugotavljanje topografskih sprememb*, ki ga sofinancirajo Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije in Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije.

Literatura in viri:

Glej literaturo na strani 420.



Triglav Čekada M., Radovan D. (2021). The willingness of volunteers to report changes on topographic maps. (Pripravljenost prostovoljcev za sporočanje sprememb na topografskih kartah). *Geodetski vestnik*, 65 (3), 400-439.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.400-439>

doc. dr. Mihaela Triglav Čekada, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije in

Univerza v Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

e-naslov: mihaela.triglav@gis.si

dr. Dalibor Radovan, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

e-naslov: dalibor.radovan@gis.si

KONKURENČNOST IN KOHEZIJA V REGIONALNEM RAZVOJU ROMUNIJE: TERITORIALNI PRISTOP

COMPETITIVENESS AND COHESION IN ROMANIA'S REGIONAL DEVELOPMENT: A TERRITORIAL APPROACH

Bianca Mitrică, Radu Săgeată, Irena Mocanu, Ines Grigorescu, Monica Dumitraşcu

UDK: 332.1(498)
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 12. 5. 2021
Sprejeto: 25. 8. 2021

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.440-458
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 12. 5. 2021
Accepted: 25. 8. 2021

IZVLEČEK

Ocena družbeno-gospodarskih razlik med regijam je ena izmed glavnih razvojnih tem. To še posebej velja za nekdanje socialistične-planske države, kjer smo priča velikim regionalnim razlikam, ki so nastale zaradi razvoja pod vplivom tranzicijskega obdobja, vstopa v Evropsko unijo in gospodarske krize. Glavni cilj raziskave je bil identificirati najbolj konkurenčne in najbolj povezovalne razvojne regije v Romuniji, in sicer z izračunom, kartiranjem in analizo dveh sekundarnih indeksov (teritorialna konkurenčnost in teritorialna kohezija). Rezultati so pokazali na bolj konsolidirano gospodarstvo dejavnost v osrednjih in zahodnih regijah, kjer gospodarstvo temelji na zreli in inovativni industriji, bolj razvitih storitvah in procesih urbanizacijske/suburbanizacije, medtem ko se regije na vzhodu in jugu s prevladujočimi ruralnimi območji srečujejo s krčenjem industrijske dejavnosti in družbenim pomanjkanjem. Najbolj konkurenčna je razvojna regija Bukarešta-Ilfov glavnim mestom Bukarešta, ki je glavno gospodarsko in družbeno središče Romunije. Za zmanjšanje regionalnih razlik bi moralo biti v okviru kohezijske politike več sredstev dodeljenih državam z manj razvitimi regijami. V študiji so podani rezultati kvantitativne in kvalitativne analize o teritorialnih razlikah med regijami v Romuniji, ki jih je mogoče uporabiti kot usmeritve pri sprejemanju odločitev za zagotovitev konkurenčnega in usklajenega regionalnega razvoja.

KLJUČNE BESEDE

konkurenčnost, kohezija, teritorialne razlike, razvojne regije, Romunija

ABSTRACT

The assessment of the socio-economic disparities at the regional level is one of the priority development topics. In particular, in formerly socialistic-planned countries, the development driven by the transition period, the accession to the European Union and the economic crisis, the regional disparities are present. The main aim of the research has been to identify the most competitive and the most cohesive Development Regions in Romania by computing, mapping and analysing two secondary indexes (Territorial Competitiveness and Territorial Cohesion). Overall, the investigation shows that economic performance is more consolidated in central and western regions based on their mature and innovative industries, better-developed services and urbanisation/suburbanisation processes, while the eastern and southern development regions, with predominantly rural traits, experienced a significant industrial decline and social deprivation. The most competitive Development Region is Bucharest-Ilfov, given the advantage conferred by Bucharest Capital City, the main economic and social polarising centre in Romania. For reducing regional disparities, the Cohesion Policy should allocate increased funds for countries with least developed regions. The study provides the result of quantitative and qualitative analysis on the regional-level territorial disparities in Romania that could easily be considered as guidelines in the decision-making process while trying to achieve the competitiveness and cohesion goals.

KEY WORDS

competitiveness, cohesion, territorial disparities, Development Regions, Romania

1 INTRODUCTION

Romania's official request for EU membership (June 22, 1995) opened up the road to negotiations for taking on the European Community Acquis. In regards to the administrative-territorial structures, that moment marked the development of initiatives to set up territorial units comparable in area and demographic size to other regions in Europe. The idea of integrating former administrative structures gained ground against the proposals of fragmentation based on the former county pattern. As a result, in 1996, the eight Development Regions emerged and constituted the territorial framework for the implementation of development policies. They were mentioned in the *Green Paper, Regional Development Policy in Romania* (1997) and sanctioned by the laws 151/1998 and 315/2004 on Regional Development in Romania.

According to Law 151/1998, the establishment of the Development Regions aimed to: reduce the economic and social disparities between the different regions of the country, which had accumulated over time; prevent new imbalances; support the sustainable development of all regions; prepare the institutional framework for joining the EU and accessing structural funds; correlate the government sectorial politics by stimulating initiatives and capitalising on the local and regional resources; stimulate inter-regional, national and international and cross-border cooperation. From time to time, the regional development policy catches public attention and fundamental questions are raised concerning the legitimacy, representativeness and functionality of these regions. Those contesting these attributes are reminded of the necessity of having a regional framework also capable of meeting the EU requirements.

The current paper seeks to identify the territorial disparities in regional competitiveness and cohesion from a comparative view. The analysis is carried out at the level of the eight Development Regions of Romania (corresponding to the European Union NUTS II level). The main aim is to identify the most competitive and the most cohesive Development Regions by computing, mapping and analysing two secondary indices (Territorial Competitiveness and Territorial Cohesion). Moreover, the analysis will allow for the highlighting and comparing of the factors that contribute to regional competitiveness and cohesion.

2 LITERATURE REVIEW

The rhetoric of competitiveness is that each nation is like a big corporation competing in the global marketplace (Krugman, 1994). Thus, by making an analogy between a country and a corporation, the author noticed that the differences between the structures, values, cultures, institutions and histories contribute to the success of a nation's competitiveness. Porter (1990) called the nation's competitiveness the 'competitive advantage of nations, a concept that could also be applied to regions (Poot, 2000). According to Borozan (2008) regional competitiveness is not a pure derivative of national competitiveness, primarily due to the differences which become obvious between macro-economy and regional economy. Important differences arise from the fact that competitiveness at the national level is much higher and heterogeneous than at the regional level.

The modern approach suggests that regions are economic entities that should grow by using innovation and knowledge as essential determinants of regional competitiveness (Audretsch et al., 2016, quoted by Simionescu, 2016). Improving a nation or region's competitiveness is frequently presented as a central goal of economic policy. Still, the arguments abound as to precisely what this means and whether it is even sensible to talk of competitiveness at a macro-economic level at all (European Commission, 2019).

By competitiveness, we understand the attributes and qualities of an economy that allow for more efficient use of the factors of production. The concept is anchored in the growth accounting theory, which measures growth as the sum of growth in the factors of production (labour and capital) and of total factor productivity, which measures factors that cannot be explained by previous ones (Schwab, 2019). Competitiveness is essential to maintaining productivity growth and to raising living standards, especially in small open economies, which are based on international trade and are largely dependent on direct foreign investments (Appleyard et al., 2006 quoted by Habánik et al., 2016). A country's regional wealth depends on the competitiveness of firms and on the capabilities of its entrepreneurs and managers. Companies achieve competitive advantage through acts of innovation which is the trigger of growth (Cernescu et al., 2018). Moreover, the nation's political, institutional and economic framework plays an essential role in the development of a competitive industry (Cioban, 2014).

Innovation has been identified as one of the main challenges of the Romanian economy. According to the European Innovation Scoreboard, Bulgaria and Romania have been defined as "Modest Innovators" with performances well below the EU average (Hollanders et al., 2019). Since 2011, innovation performance increased the most in Lithuania, Greece, Latvia, Malta, the United Kingdom, Estonia and the Netherlands and decreased the most in Romania and Slovenia (by more than 10%).

According to the Global Competitiveness Report, 2019, Romania ranks 51st, following, however, a positive trend (17 positions higher) compared to the previous Report of 2017-2018 (Schwab 2017, 2019).

Of paramount importance is regional competitiveness, more rarely used. According to the Sixth Periodical Report on the Regions, competitiveness refers to the ability of regions to produce goods and services able to meet the requirements of the international markets. This should be done while maintaining high and sustainable levels of income and employment despite being exposed to external competition. Thus, ensuring both the quality and quantity of jobs will make a region competitive (European Commission, 2019). There are various theoretical literature schools of thought and their implications for regional competitiveness, such as classical, neoclassical, Keynesian economics, development economics, the new economic growth, the new trade theory, urban growth, 'New' Institutional economics, business strategy economics, evolutionary economics theories. Although all of the above theories are relevant to the understanding of competitiveness, they often lack a territorial dimension that is so crucial for understanding regional competitiveness. The obvious source for such theories is the field of economic geography (European Commission, 1999 quoted by European Commission, 2019).

According to Faludi (2004), the initial focus of the Territorial Cohesion idea was on regional economic development. The concept of Territorial Cohesion was first mentioned in Europe in 1995 in a report on 'Regions and Territories in Europe' published by the Association of European Regions. Territorial cohesion appeared in the European Commission's triennial reports; first in 2001 in the Second Report on Economic and Social Cohesion (Commission of the European Communities, 2001), which used the concept to describe the uneven development of the EU territory and, particularly, the concentration of population and economic activity in the core area of Europe (Commission of the European Communities, 1999); and later in 2004, when the concept was given prominence by being included in the Third Report on Economic and Social Cohesion (Commission of the European Communities,

2004; Davoudi, 2005). In the Treaty of Lisbon, among the crucial implications of including territorial cohesion for the future development policy in Europe, there is the fact that Member States and EU institutions currently share competence in contributing to territorial cohesion, as expressed in the Territorial Agenda of the European Union 2020 (HU Presidency, 2011, quoted by Cotella, 2012 and Mitrică et al., 2018).

The Territorial Cohesion concept, disseminated by the Green Paper, aims at the harmonious development of all regions, giving the population the opportunity to use the resources of the respective area. In this way, cohesion represents a tool of turning diversity into an asset liable to contribute to the sustainable development of the entire European Union (European Commission, 2008, quoted by Mitrică et al., 2018). In the Europe 2020 Strategy, one of the objectives was inclusive growth by promoting an economy with a high employment rate, able to ensure economic, social and territorial cohesion.

According to Medeiros (2011:11) territorial cohesion is “the process of promoting a more cohesive and balanced territory, by supporting the reduction of socio-economic territorial imbalances; promoting environmental sustainability; reinforcing and improving the territorial cooperation /governance processes; and reinforcing and establishing a more polycentric urban system”.

Davoudi (2005) highlights the importance of the territorial cohesion concept in bringing a new dimension to (or spatialising) the debate on the European social model: “within the context of the European social model, territorial cohesion not only brings its embedded political tensions to the fore, but it also gives them a spatial dimension” (Davoudi, 2005: 436; Medeiros, 2016: 9).

The Cohesion Policy is the main investment policy of the EU as it is a major driver of job creation, sustainable growth and innovation in Europe’s diverse regions. It supports the economic, social and territorial cohesion of our Union. Although Europe’s economy is bouncing back, disparities remain between and within the Member States (European Commission, 2018). The European Commission has proposed a revised framework for cohesion (and regional) policy for the next seven-year period, from 2021 until 2027, the proposal being the subject of intense debate (Darvas et al., 2019).

3 METHODOLOGY

The current study relies on the statistical data provided by the Population and Housing Censuses (2002 and 2011), as well as on the TEMPO-Online time series published by the National Institute of Statistics (National Institute of Statistics 2002, 2011, 2018, National Institute of Statistics 2002-2018).

The proposed methodology aims to establish a set of indicators that provide a broad and accurate picture of the territorial competitiveness and cohesion at three “points in time”: the latest two censuses, which also reflect the effects of the transition period (i.e., 2002), the accession to the European Union and the financial and economic crisis (i.e., 2011) and the most recent year with a detailed official statistical database (i.e., 2018). The statistical indicators were selected based on the scientific literature, the European and Romanian reports, and other official documents (Borozan, 2008; Filó, 2008; Prezioso, 2008; the Ministry of Regional Development and Public Administration, 2014; Dao et al., 2011; ESPON KITCASP, 2012; Annoni and Dijkstra, 2013; Ciucu, Drăgoescu, 2014; Institute for the Protection and Security of the Citizen, 2014; Winkelmann, 2014; Békés, 2015; Medeiros,

2016; Mitrică et al., 2017; Mitrică et al., 2020; Muller et al., 2017; UNESCO, 2017; Anghelache et al., 2018; Schwab, 2019).

The analysis of the disparities driven by competitiveness and cohesion in Romania follows several research stages: selecting relevant statistical indicators, normalising the absolute values of the indicators, grouping the elementary indicators (Mitrică et al., 2017, 2018). Because of that, the variables of the statistical indicators were calculated using statistic variables measured in different units, and data normalisation is necessary. As a normalisation method, this paper uses the min.-max. normalisation technique, applied in many scientific studies (e.g., Popovici et al., 2013; Ortega-Gaucin et al., 2018; Mitrică et al., 2020).

Based on the last research stage, two multiple indicator clusters have resulted: the Territorial Competitiveness Index (Tcomp) and the Territorial Cohesion Index (Tcoh) (Fig. 1), which were created by the authors based on the scientific papers and reports. The two indicators are computed as Hull Score, with a mean of 50 and a standard deviation of 14, which varies between 1 and 100 (Cohen, 2001). It is calculated as the sum of the direct or reverse relation of each statistical indicator or index in relation to the development process.

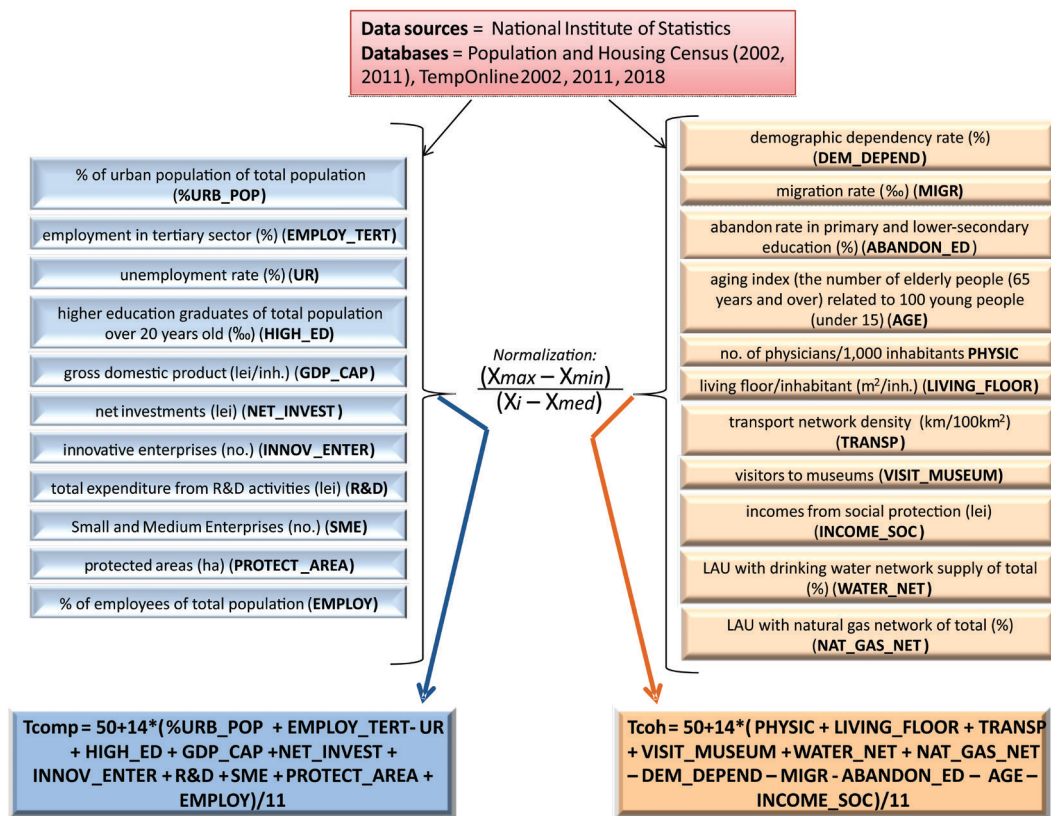


Figure 1: Data analysis flowchart (Source: created by the authors).

A large database was used to compute the two indicators; this, however, could be more confusing than clarifying (Sandhu-Rojon, 2015). As a result, the authors selected 22 statistical indicators, 11 for each

index in order to highlight the main components of competitiveness and cohesion, and further on, the Development Regions that are the most competitive and cohesive.

4 STUDY AREA

The Development Regions - regional areas with specific development problems - were designed based on a study of regional disparities, which took into account the socio-economic dynamics over the 1994-1996 period. The analysis of the development disparities looked at indicators grouped into five categories - economy, infrastructure, household resources, socio-demography and urbanisation (Hansen et al., 1996). The main purpose was to delineate these regions as functional spaces of comparable size composed of units with different levels of economic and social development. In terms of area and demographic size, with the exception of the Bucharest-Ilfov Region, the Development Regions are slightly different (Table 1, Fig. 2).

Table 1: Socio-economic characteristics of the Development Regions, 2018

Development Region	Counties	Region centre	Population	Surface	Share of urban population	GDP (lei/capita)
North-West	Bihor, Cluj, Bistrița-Năsăud, Maramureș, Satu Mare, Sălaj	Cluj-Napoca	2,835,510	3,416,046	54.1	40,870.6
Centre	Alba, Brașov, Covasna, Harghita, Mureș, Sibiu	Alba-Iulia	2,633,402	3,409,972	59.7	41,625.4
North-East	Bacău, Botoșani, Iași, Neamț, Suceava, Vaslui,	Piatra-Neamț	3,958,248	3,684,983	45.4	27,498.4
South-East	Brăila, Buzău, Constanța, Galați, Tulcea, Vrancea	Brăila	2,844,235	3,576,170	55.6	36,105.1
South-Muntenia	Argeș, Călărași, Dâmbovița, Giurgiu, Ialomița, Prahova, Telorman	Călărași	3,219,020	3,445,299	42.8	33,808.4
Bucharest-Ilfov	Ilfov, Bucharest Municipality	Bucharest	2,536,859	182,115	90.9	101,495.3
South-West Oltenia	Dolj, Gorj, Olt, Mehedinți, Vâlcea	Craiova	2,179,006	2,921,169	49.8	32,582.4
West	Arad, Caraș-Severin, Hunedoara, Timiș	Timișoara	2,007,273	3,203,317	63.1	45,220.6

Source: data processed from <http://statistici.insse.ro/shop/?lang=ro>

In socio-economic terms, the differentiations are moderate, with the exception of the North-East Development Region, which has lower performances (Romanian Government, European Commission 1997; Popescu et al., 2016). The explanations of these disparities are complex: the Eastern and the Southern parts are characterised by accentuated rurality, post-1970 industrialisation, joined by the absorption effect of the capital in the case of the Southern part. On the other hand, the central and western parts of the country are favoured by mature industries, better-developed services, and traditional urbanisation (Antonescu, 2003; Benedek, 2004; Popescu, Săgeată, 2016).



Figure 2: The Development Regions in Romania.

5 RESULTS

5.1 Territorial Competitiveness and Cohesion, 2002

In 2002, the South-West Oltenia Development Region registered the lowest value in terms of competitiveness (Fig. 3) because of the lowest urbanisation degree values (46.0%) (Fig. 4), employment in the tertiary sector (32.0%), GDP per capita (5,415.3 lei/inh.), net investments (7,900 lei/inh.), the number of innovative enterprises from the total number of enterprises (9.2‰), the share of employees from the total population (17%), SMEs (11.5/1,000 inh.) and higher unemployment rate values (9.0%). At the other end of the spectrum, the Bucharest-Ilfov Development Region has the highest values of almost all indicators, with the exception of the surface of the protected areas. This situation is due to the extended built-up/urban areas (Grigorescu et al., 2012; Ianoş et al., 2016) and the smallest administrative surface.



Figure 3: Territorial Competitiveness Index, 2002.



Figure 4: Urbanisation rate, 2002.

The largest surface of protected areas is in the South-East Development Region (677,858.98 ha). The lowest values are registered by the unemployment rate (3.3%), which positively influences the Tcomp. Over the past decades, income inequality has increased in both advanced and emerging economies. An economy is competitive if its population can enjoy high and rising standards of living and high employment on a sustainable basis. More precisely, the level of economic activity should not cause an unsustainable external balance of the economy, nor should it compromise the welfare of future generations (European Commission, 2000).

The highest cohesion for the Centre Development Region in 2002 is mainly due to the low demographic dependency rate (43.2%), the positive migratory balance (0.8‰), the high shares of the LAUs with a drinking water supply network (57.7%) and with a natural gas network (55.9%) of the total number of households (Fig. 6). The second place, held by the South-East Development Region, is due to the lower values of income from social protection (423.9 lei/inh.) and the biggest share of the LAUs with a drinking water supply network in households (74.4%). The South-West Oltenia Development Region, which ranks last, has the lowest values of the share of the LAUs with drinking water supply network (38.0%) and a with natural gas network (9.5%) of the total number of households and some of the biggest in terms of demographic dependency rate (48.7%) and aging index (0.84%) (Fig. 5).

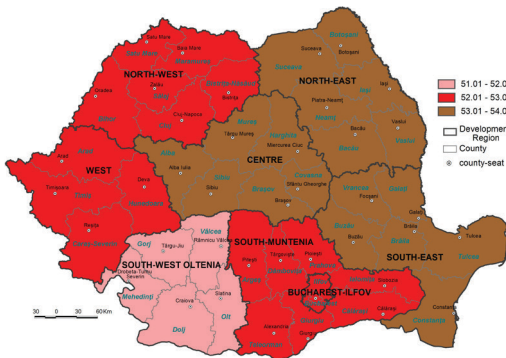


Figure 5: Territorial Cohesion Index, 2002.



Figure 6: LAUs connected to the natural gas network (% of total), 2002.

5.2. Territorial Competitiveness and Cohesion, 2011

The Bucharest-Ilfov Development Region registered an increase in competitiveness in 2011, compared to 2002, due to the highest values of the following statistical indicators: urbanisation degree (Fig. 7) (92.5%), the share of the population employed in the tertiary sector (70.2%), GDP (69,139 lei/capita), net investments (11,660 lei/inh.), expenses with research and development activities (645 lei/inh.) (Fig. 8), SMEs (44.1/1,000 inh.) and the share of employees of the total population (36.6%). It is important to mention that all these indicators had a positive trend over the 2002-2011 period.



Figure 7: Territorial Competitiveness Index, 2011.

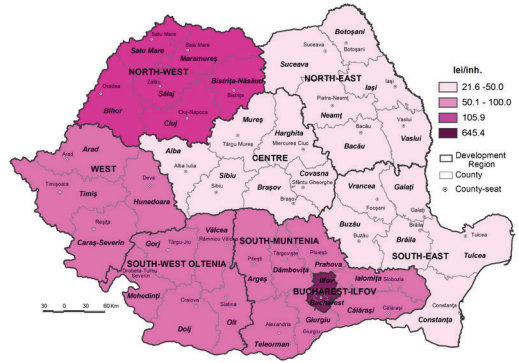


Figure 8: Total expenses with research and development activities, 2011.

New factors of regional disparities proved more active in the context of the transition: the regional GDP per capita, which assesses the economic performance, the volume of net investments as a result of distinct regional attractiveness, the level of individual income, which expresses the ability of regional economies to develop added high-value activities, unemployment rate as an economic-social indicator (Popescu et al., 2016, quoted by Mitriță et al., 2020). In Romania's case, which lacks restructuring strategies that employ comparative advantages and opportunities, we can refer to competitiveness, especially in terms of foreign investments that were accepted without adequate selection and to an atypical national innovation system, disorganised and forced to operate at faulty levels, bringing small contributions to the growth and development of society (Dima (Girneță) and Nedelcu, 2017). This is more visible for Bucharest-Ilfov Development Region.

Even the South-West Development Region has a lower competitiveness rate, as this Region has the lowest/highest values with negative impact only for the population employed in the tertiary sector (34.0%), the unemployment rate (7.7%), and the GDP (22,481 lei/inh.). The values for the other indicators with the highest negative impact are registered by the South-Muntenia Development Region for urbanisation degree (43.0%) and higher education graduates (9.79‰), by the West Development Region for innovative enterprises (11.2/1000 enterprises), by the North-East Region for GDP (18,688.8 lei/capita), SMEs (12.9/1000 inh.), and formal employment (12.7%), and by the South-East Region for the total expenses with R&D activities (21.6 lei/inh.).

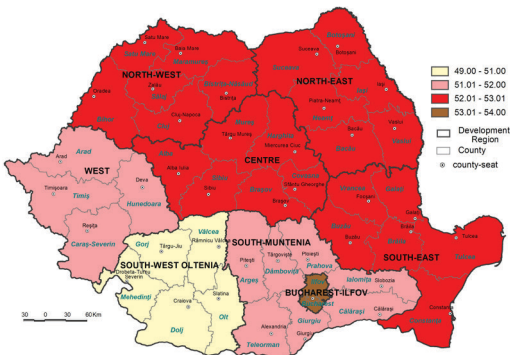


Figure 9: Territorial Cohesion Index, 2011.



Figure 10: Distribution of physicians, 2011.

One of the most disadvantaged regions is the North-East one (Fig. 9) due to the extreme values for the demographic dependency rate, living space, income from social protection and abandonment rate. This Development Region is one of the country's poorest, and an out-migration 'pool' in both 2002 and 2007 due to the large external migration movement of the workforce population to Italy or Spain. The analysis of the dynamics of temporary out-migration at the country level over the 2012-2017 period reveals an increase from 170,186 to 242,193 people, with the highest values registered by the North-Eastern Development Region (over 170,000 pers., making up 16.1%) (Mitrică et al., 2019).

The capital-city Region is significantly more developed than the other ones. Thus the factors that influenced the cohesion for the Bucharest-Ilfov Development Region (Fig. 9) are mostly high accessibility, migration rate, the number of physicians (Fig. 10) and living space. This Development Region also registered average values for the ageing index, LAUs with a drinking water supply network, visitors to museums, abandonment rate.

5.3 Territorial Competitiveness and Cohesion, 2018

For 2018, compared to the previous factors contributing to the Bucharest-Ilfov Development Region's competitiveness (77.04) (Fig. 11), they now play a different role, among them being the urbanisation degree, employment in the tertiary sector, unemployment, formal employment, expenses with R&D activities, investments, SMEs, the GDP (Fig. 12), which became more relevant. On the other hand, innovative enterprises and higher education graduates lost their significance. According to the Regional Innovation Scoreboard 2019, the Development Regions of Romania are modest innovators, with the exception of Bucharest-Ilfov, which is a moderate innovator. Investments in R&D are considered essential for the enhancement of the country's innovative capacity. Under the Europe 2020 Strategy, the national target for Romania is 2.0% of GDP invested in R&D (the European target is 3%). However, according to the latest data, Romania is still far from achieving this target (0.38% in 2014 vs 0.45% in 2010) (Hollanders et al., 2019).

The West Development Region held second place (59.93) (Fig. 11) due to the urbanisation degree, GDP, expenses with R&D activities, and formal employment indicators. The most positive dynamics was registered by the North-West Development Region (57.30), which ranked second in relation to the share of higher education graduates of the total population over 20 years of age, GDP/capita, innovative enterprises, SMEs attracting large and important firms that would offer well-paying jobs, as well as help local firms improve, are prime policy targets. There is a growing body of evidence suggesting that the already crowded and specialised regions may benefit the most. This is the example of cities such as Timișoara and Cluj-Napoca, growth poles with a population of over 300,000 inh. (each) in 2018.

One of the constant dynamics in terms of competitiveness is displayed by the South-East Development Region (57.53), which experienced an intensely well-balanced process of its competitiveness factors, despite its previous spatial structure hierarchy with Constanța County concentrating most of the economic-social growth. Within the Region there is a growth pole – Constanța, and two development poles - Galați and Brăila - two cities with a significant potential for development, which, together, have the potential to become the second urban agglomeration in the country after Bucharest. This Development Region holds first place in terms of innovative enterprises from the total number of enterprises and of protected areas surface.

The Centre Development Region takes the middle place in the competitiveness hierarchy (56.11), hosting a developed industry, but with significant differences between the highly industrialised counties of Sibiu, Braşov and Mureş on the one hand, and the lower developed Covasna and Harghita counties, on the other hand. Higher values are registered by employment in tertiary activities, urbanisation degree, protected areas surface, formal employment, and GDP.



Figure 11: Territorial Competitiveness Index, 2018.

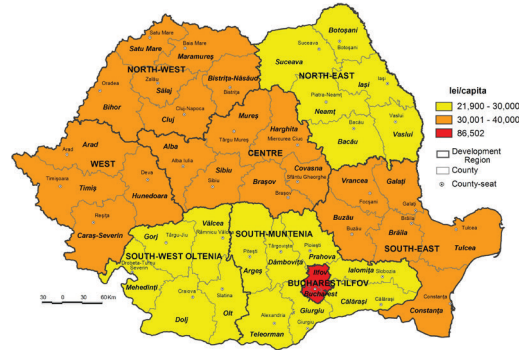


Figure 12: GDP, 2018.

Ranking 6th in the hierarchy is the North-East Development Region (53.68), due to the City of Iași, the most dynamic industrial centre where the creative industries are successfully developed (Bălțeanu et al., 2016). The main indicators for this advancement are the positive employment dynamics in the tertiary sector, the share of higher education graduates, the number of innovative enterprises, and the decreasing unemployment rate. This Development Region, one of the poorest regions in the EU, registered the lowest GDP/capita values for all the analysed years, 2002, 2011 and 2018, a constant nearly four times lower than that of the Bucharest-Ilfov Development Region.

The South-Muntenia Development Region ranks second-to-last in the hierarchy (53.14), displaying severe disparities between the northern and southern counties. This value is due to the lowest urbanisation degree value, to the employment in the tertiary sector, and to the number of higher education graduates. Despite these indicators, which negatively influence competitiveness, this Development Region ranks among the first in terms of net investments and expenses with R&D activities due to its position around the capital of Bucharest.

The South-West Oltenia Development Region, ranking last in the hierarchy (47.50) during all three years taken into account in the analysis, registered the highest unemployment values and the lowest in terms of innovative enterprises. The Region has a lower industrialisation level than the national average and a modest contribution to the creation of the national GDP in spite of major investments (Bălțeanu et al., 2016), of a growth pole (Craiova) and a development pole (Râmnicu Vâlcea) with the economic potential, albeit insufficiently used, for development, research-innovation, business infrastructure, entrepreneurial culture.

The highest cohesion of the Bucharest-Ilfov Development Region is accounted for by its ability to attract population through a positive migratory balance (5.9‰), the number of hospital beds (8.6/1,000 inh.), the natural gas supply (92.7% of total LAUs connected to the network), and the high level of accessibility

(56.7 km/km²) (Fig. 13). The Region is crossed by the densest network of public roads in the country, mainly due to the high degree of urbanisation and the presence of the capital city. From Bucharest, a public road network consisting of 3 highways, 8 national roads and 1 county road is radially directed towards the other regions of Romania. The area is crossed by the basic TEN-T road network (A1, A2, DN1, DN5 and DN6, DN Bucharest Belt) and the global TEN-T (DN2) (Bucharest-Ilfov Regional Development Agency, 2015). The “Henri Coandă” International Airport in Otopeni is the only one in Romania that belongs to the TEN-T aerial network (Bălteanu et al., 2016).

The North-East Development Region is characterised by indicators that positively influence the general cohesion value: a low abandonment rate for primary and lower-secondary education (1.3%), the lowest ageing index (0.87) (Fig. 14), as well as the indicators with a negative influence: the lowest living space per inhabitant (16.7 m²/inh.), the lowest incomes from social protection (632.86 lei/inh.) and a lower percentage of LAUs connected to the public drinking water supply network (68.7%). The abandonment rate has low levels for primary, secondary and high school education, with values lower than the national level, higher in vocational and post-secondary education. At the other end of the spectrum, the low level of connection to the public drinking water supply network is due to the fact that two counties (Vaslui and Botoşani) have the fewest LAUs with a drinking water supply, thus ranking last and second-to-last at national level (North-East Regional Development Agency, 2014).



Figure 13: Territorial Cohesion Index, 2018.



Figure 14: Aging Index, 2018.

From a transport infrastructure perspective, the South-East Development Region has a strategic position for international freight and passenger flows, with the potential to connect regional growth poles with other regional markets and the international market. Most of the waterway and shipping network in Romania is located in this Region. Strategically placed, Constanța harbour is Romania’s main maritime port and supplies goods to Central and Eastern Europe. It has recently become the largest container port on the Black Sea (South-East Regional Development Agency, 2014; Bălteanu et al., 2016). The Development Region ranks last in terms of hospital beds, living space, income from social protection, but first when considering the LAUs connected to the public drinking water supply network (92.3%).

The Centre Development Region is the one with the highest abandonment rate and the lowest accessibility. Thus, Alba County is the only county in the Centre Region in the first 10 counties in Romania with the highest densities of public roads and, compared to the average density of public roads at the

European Union level, it is four times smaller (Centre Regional Development Agency, 2014). The highest abandonment rate in primary and lower-secondary education (2.6% in 2018 compared to the national average of 1.6%) is due to Braşov County, where the rate in the rural area is twice that of the urban one. The Region is very well connected to the natural gas supply network (59.2% of LAUs connected) because of its position in the middle of an area full of resources (i.e., natural gas).

The West Development Region is characterised by the highest living space values (21.0 m²/inh.) and the lowest abandonment rate in primary and lower-secondary education (1.0%) which are a positive influence on the territorial cohesion index. They are joined by one of the lower values of demographic dependency rate (41.7, registering the smallest share of the elderly population) and high migration balance (1.8‰). Some factors contribute to the lowest abandonment rate value, such as the presence of an educational role model in the family; the low out-migration levels, thus a lower level of children left behind; a high level of income. The high migration balance is supported by the cities of Timişoara and Arad, which are the main attraction poles for the population.

Generally, the statistics highlight the role of Cluj-Napoca as a regional centre of excellence in the medical field. The municipality of Cluj-Napoca benefits from traditionally medical units, with a large number of institutes of excellence and with a large number of general and specialised hospitals, as well as institutions of higher education in this field, which have garnered a great reputation at both national and international level. Hence, the North-West Development Region registers one of the highest numbers of hospital beds per inhabitant (6.1). The Development Region also stands out through the low ageing index (1.01), proving that the share of the young population (0 – 14 year-group) is equal to that of the old population (65 age-group and over) (Fig. 14).

With a serious discrepancy between the industrialised counties in the northern part and the agricultural counties in the southern part, polarised socially and economically by Bucharest City, the South-Muntenia Development Region is characterised by the highest values of demographic dependency rate (45.8) and of hospital beds (4.4/1,000 inh.), while also having a severely negative migration balance (-2.6‰) and demographic aging (1.23). This Development Region is crossed by three pan-European transport corridors (IV, VII and IX), integrated in a radial network of transport and communications. The road network facilitates access to and from Bucharest, Constanţa harbour, with the Giurgiu border crossing point and, last but not least, with the centre of the country. This is how this development Region has achieved the second accessibility rate.

In recent years, the counties in the southern part of Romania have become an emigration pool, the South-West Oltenia Development Region registering the lowest migratory balance value (-3.1‰). This Development Region is the most disadvantaged in terms of LAUs connected to the public drinking water supply network (68.1%) or to the natural gas network (16.3%). As far as the public drinking-water supply network is concerned, there are communes in some counties where the length is rather small, and the percentage of settlements not connected to this supply system is fairly high. It is the case of Dolj, and Olt Counties, which are generally less-developed economically (Mitrică et al., 2016). This Region is characterised by a medium level of accessibility due to its geographical position and is assigned by the European Commission to the Rhine-Danube and Orient/East-Med Corridor infrastructure corridors. Additionally, building and bringing into service the Calafat-Vidin Bridge facilitates the transit and commercial exchanges between Romania and Bulgaria (South-West Oltenia Regional Development Agency, 2014).

6 DISCUSSIONS

During the 2000s, the competitiveness and cohesion primarily reveal the effects of the transition period, and secondly, those of the economic crisis, both having enhanced the inter- and intraregional disparities; this happens because regional polarisation is still very strong despite the policies tending to re-balance development opportunities. In 2002, the most competitive Development Region was Bucharest-Ilfov (71.91), and the least competitive one was the South-West Development Region (49.83) (Fig. 15). Higher Competitiveness Index values were registered by the West (58.37) and South-East (57.26) Development Regions, while the North-East (53.78) and South-Muntenia (53.96) Regions registered lower values. At the middle of the hierarchy stood the Centre (56.45) and North-West (55.91) Development Regions.

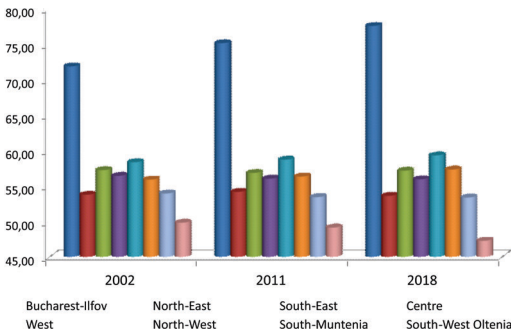


Figure 15: Competitiveness Index by Development Region, 2002-2018.

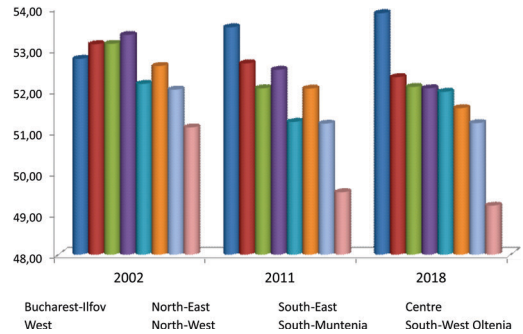


Figure 16: Cohesion Index by Development Region, 2002-2018.

The hierarchy of the Cohesion Index shows that the most cohesive Development Regions are the Centre (53.34), South-East (53.13) and North-East (53.12) ones, and the less cohesive ones are the South-West Oltenia (51.09), South-Muntenia (52.01) and West (52.15) Regions (Fig. 16). In the middle of the hierarchy, we can find the Bucharest-Ilfov and North-West Development Regions.

In 2011, the same two Development Regions, Bucharest-Ilfov (75.19) and South-West (49.14) ranked first and last, respectively, in the competitiveness hierarchy. The West (58.73) and South-East (57.01) Regions kept their second and third places, while the South-Muntenia (53.44) and North-East (54.19) Development Regions dropped to the sixth and seventh places. As for the previous year, in the middle of the hierarchy, we have the North-West (56.35) and Centre (56.05) Development Regions again. A low positive dynamic of the Competitiveness Index over the 2002-2011 period was registered by the North-West and North-East Development Regions, and a low dynamic was recorded in the Centre and South-Muntenia Development Regions.

The cohesion dynamics shows a significant uplift of the Bucharest-Ilfov Development Region (53.53) ranking first, after occupying the fourth position on the previous year analysed. South-West Oltenia Development Region still ranks last, just as it did in the previous analysed year (49.52) (Fig. 9). A positive dynamic in the hierarchy is registered by the North-East Development Region, while the Centre (52.50) and South-East (52.04) Regions are characterised by the two places lost in the hierarchy.

Over the 2011-2018 period, the first two places in the competitiveness hierarchy are kept by the same Development Regions: the Bucharest-Ilfov (77.62), and the West (59.34) Regions, respectively. A jump

into the second class was registered by the North-West (57.34) and South-East (57.17) Development Regions. The last places are held by the same South-West Oltenia (47.27) Region, followed by the South-Muntenia (53.39) and North-East Development Regions (53.62). The Centre Development Region ranks in the middle of the hierarchy with a value of 55.96 (Fig. 11).

With a positive dynamic over the 2011-2018 period, Bucharest-Ilfov is the most cohesive Development Region in 2018. There are three Regions with very close cohesion values: North-East (52.32), South-East (52.08), and Centre (52.05) as a result of the regional convergence process that took place after Romania's joining the EU. The second part of the hierarchy is occupied by the same Development Regions - West, North-West and South-Muntenia - with values between 51.96 and 51.20. Permanently ranking last, the South-West Oltenia Development Region shows a constant incapacity/inability to support territorial cohesion (Fig. 16).

If we take a look at the whole period analysed, the Cohesion hierarchy is more dynamic, the Bucharest-Ilfov Development Region went up three places, while the Centre Development Region went down three places. A positive dynamic was registered by the West and North-East Development Regions, a negative one by the South-East and North-West Development Regions and the South-Muntenia and South-West Oltenia Development Region stagnated. For the Competitiveness hierarchy, three Developments registered a stagnation (Bucharest-Ilfov, West and South-West Oltenia), another three recorded a declining trend (South-East, Centre and South-Muntenia), and two had an ascending trajectory (North-West and North-East).

7 CONCLUSIONS

Despite a clearly noticeable convergence trend between the older and the newer EU member states, as well as a significant increase in the development level of less developed countries and regions, several studies confirm that, within the beneficiary member states, increasing regional disparities have been noted (Botezatu, 2007). As the result of the process of transformation and economic growth (Bronisz et al., 2008), Romania is a country with growing regional disparities, and the gaps between the most and least rapidly developing regions will be widening.

Upon analysing the course of all eight Development Regions, it has been revealed that the best consolidated in terms of competitiveness performance are the central and western parts of the country, with the eastern and the southern ones finding themselves in a vulnerable situation. The exception is Bucharest-Ilfov, the most competitive Development Region, because of the advantage conferred by the Capital City of Bucharest, the main economic and social polarising centre in Romania. Relative stability in the position of Development Regions is noticeable over the 2002-2018 period, proving that the more developed regions had succeeded in making the best of their advantages and continuing to rank first in the hierarchy (Bucharest-Ilfov and West Development Regions).

On the other hand, less developed regions failed to overcome their initial structural disadvantages, being constantly situated at the base of the hierarchy (South-West, South-Muntenia and North-East Development Regions). These Regions with the lowest competitiveness values are rather marginal, located either limitrophe to the Danube River (South-West Oltenia and South-Muntenia) or close to the border with Ukraine or the Republic of Moldova (in the North-East Development Region), areas marked by local agriculture and difficult industrial restructuring.

The competitiveness trends are mainly influenced by the urban size, increases registered primarily by the large cities - Bucharest, Timișoara, Constanța, Iași - as the most visible examples of polarisation. Other important factors are the distribution of net investments quite uneven within the regions, the North-West and Centre Development Regions in the West and central part of the country proving to be the most attractive (given their accessibility to Western markets favourable to the gradual development of neighbouring areas), together with the Bucharest-Ilfov and South-East Development Regions for the south-eastern part (positively influenced by the presence of the international harbour - Constanța city). Moreover, the innovative enterprises and expenses with the research and development activities are crucial for better competitiveness. The same Development Regions benefit/do not benefit from these factors, as a low level of ability of the economy to attract innovations is noted.

The most affected regions in terms of territorial cohesion index are the South-West Oltenia and South-Muntenia Development Regions, while the Bucharest-Ilfov Development Region seems to perform the best.

The solution for achieving cohesion within the less developed areas, which are left behind, is to connect the people living there with the opportunities offered by the big cities, greater empowerment of local, urban and territorial authorities in the management of funds, a more social and inclusive Europe (European Commission, 2020), investments in different areas such as Europe's ageing population, healthcare infrastructure and sustainable systems (European Commission, European Structural and Investment Funds, 2020). To achieve social cohesion, fiscal policy can play an important role when used not only as a means of macroeconomic management but also as a tool for the allocation and redistribution of resources (OECD, 2009, Saint-Supéry Ceano-Vivas et al., 2014) and should be a key objective of any governmental policy (Saint-Supéry Ceano-Vivas et al., 2014). On the long term, the convergence of living standards will be achieved, and the benefits conferred by the competitive areas will be distributed to the poorer communities nearby (Ministry of Regional Development and Public Administration, 2014). The Cohesion Policy for the 2021-2027 period set up a single rulebook of EU funds jointly delivered to member states and regions by a common provisions regulation established to govern 8 EU funds, making up a third of the EU budget (European Commission, 2020). To maintain their competitiveness, more developed regions must respond proactively to challenges and continuously adapt to changes. In this context, innovation is closely linked to economic growth and should be viewed as a means to catch up with the more developed regions of older member states (Botezatu, 2007). In order to achieve sound efficiency in reducing regional disparities, the Cohesion Policy should allocate increased funds to countries and less developed regions (Chindriș-Vășioiu, Ungureanu, 2011). As a result, the current study provides quantitative and qualitative analysis on the regional-level territorial disparities in Romania that could be easily regarded as guidelines in the decision-making process while trying to achieve the competitiveness and cohesion goals.

Acknowledgments.

1. The study was carried out within the framework of a project entitled "Regional geographical studies in view of sustainable development and trans-sectoral cooperation", as part of the Research Plan of the Institute of Geography.
2. This paper has been financially supported within the project entitled: "Support Centre for IEM research - innovation projects competitive in Horizon 2020", ID 107540. This project is co-financed by the European Regional Development Fund through the Competitiveness Operational Programme 2014–2020.

References and literature:

- Anghelache, C., Anghel, M. A., Marinescu, A. I., Mirea M., Petre (Olteanu), A. (2018). Study on the Historical Evolution of Gross Domestic Product in Romania. *Romanian Statistical Review Supplement, Romanian Statistical Review*, 66 (3), 184–203.
- Annoni, P., Dijkstra, L. (2013). *EU Regional Competitiveness Index (RCI 2013)*. Joint Research Centre Institute for Security and Protection of the Citizens. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Antonescu, D. (2003). *Dezvoltarea regională în România. Concept, mecanisme, instituții*, Edit. Oscar Print, București.
- Appleyard, D. R., Field Jr., A. J., Cobb, L. S. (2006). *International Economics*. 5th edition. McGraw-Hill/Irwin, New York, NY, USA. 784 p.
- Audretsch, D., Lehmann, E., Meoli, M., Vismara, S. (Eds.) (2016). *University evolution, entrepreneurial activity and regional competitiveness*. Springer International Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17713-7>
- Bălțeanu, D., Mitrică, B., Mocanu, I., Sima, M., Popescu, C. (2016). Caracterizarea geografică a regiunilor de dezvoltare. Bălțeanu, D., Dumitrașcu, M., Geacu, S., Mitrică, B., Sima, M. (eds.) *Romania. Natură și Societate*, pp. 621–652, București: Editura Academiei Române.
- Békés, G. (2015). *Measuring regional competitiveness: A survey of approaches, measurement and data*. Discussion papers, MT-DP – 2015/29, Institute of Economics, Centre for Economic and Regional Studies, Hungarian Academy of Sciences, 31 p.
- Benedek, J. (2004). *Amenajarea teritoriului și dezvoltarea regională*. Cluj-Napoca: Edit. Presa Universitară Clujeană.
- Borozan, D. (2008). Regional competitiveness: some conceptual issues and policy implications. *Interdisciplinary Management Research*, 4, 50–63.
- Botezatu, E. (2007). *Romania between the challenges of competitiveness and regional cohesion*. Munich Personal RePEc Archive Paper, no. 4948, European Institute of Romania, <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/4948/>, accessed 9. 12. 2020.
- Bronisz, U., Heijman, W., Miszczuk, A. (2008). Regional competitiveness in Poland: Creating an index. *Jahrbuch für Regionalwissenschaft*, 28, 133–143. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10037-008-0026-y>
- Bucharest-Ilfov Regional Development Agency (2015). *Regional Development Plan for Bucharest-Ilfov Development Region 2014–2020*, https://www.adrbi.ro/media/1250/pdrbi_2014_2020_-_final_16_octombrie_crp.pdf, accessed 25. 9. 2020.
- Centre Regional Development Agency (2014). *Regional Development Plan for North-east Development Region 2014-2020*, http://www.adrcentru.ro/wp-content/uploads/2018/07/Capitolul-2.-Analiza-socioeconomica_2014-2020.pdf, accessed 12. 10. 2020.
- Cernescu, L.-M., Bîtea (Ciobanu), C., Dungan, L. I. (2018). The analysis of the Romanian global competitiveness international ranking. The impact of the IEC Program, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 517–526. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.031>
- Chindriș-Văsioiu, O., Ungureanu, C. (2011). Importance of Economic and Social Cohesion Policy for Romania. *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*, 6, 1–11.
- Cioban, G.-L. (2014). Competitiveness-key issues of the Romanian economy. *Management Strategies Journal*, 26, 4, 120–127.
- Ciucu, S.C., Drăgoescu, R. (2014). The Influence of Education on Economic Growth. *Global Economic Observer*, 2 (1), 243-257.
- Cohen, L., Holliday, M. (2001). *Practical Statistics for Students: An Introductory Text*. London: Sage Publications Ltd.
- Commission of the European Communities (1999). *European spatial development perspective: Towards balanced and sustainable development of the territory of the EU*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Commission of the European Communities (2001). *Unity, solidarity, diversity for Europe, its people and its territory: Second report on economic and social cohesion*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- Commission of the European Communities (2004). *A new Partnership for cohesion: Convergence, competitiveness, cooperation – Third report on economic and social cohesion*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- Commission of the European Communities (2004). *A new Partnership for cohesion: Convergence, competitiveness, cooperation – Third report on economic and social cohesion*, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- Cotella, G. (2012). Territorial development and cohesion at multi-scalar perspective. *Europa XXI*, 22, 5–10. DOI: <https://doi.org/10.7163/eu21.2018.35.1>
- Dao, H., Plagnat, P., Rousseaux, V., Angelidis, M., Batzikou, S., Bazoula, V., Tsigkas, E., Van Well, L., Sterling, J., Schürmann, C., Böhme, K., Gloersen, E., Brockett, S. (2011). *INTERCO Indicators of territorial cohesion, Scientific Platform and Tools* ESPON Project. ESPON & University of Geneva, https://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/ScientificPlatform/Interco/INTERCO_DFR_Main-Report.pdf, accessed 9. 11. 2019.
- Davoudi, S. (2005). Understanding Territorial Cohesion. *Planning, Practice & Research*, 20 (4), 433–441. DOI: <https://doi.org/10.1080/02697450600676926>
- Dima (Girmeață), A., Nedelcu, M. (2017). Competitiveness Analysis of the Romanian Economy, in Ignatescu, C., Sandu, A., Ciulei, T. (eds.), *Rethinking Social Action. Core Values in Practice*, pp. 198–209. Suceava, Romania: LUMEN Proceedings. DOI: <https://doi.org/10.18662/lumproc.sacvp2017.19>
- ESPON KITCASP (2012). *Key Indicators for Territorial Cohesion and Spatial Planning, Interim Report*. Version 31/10/2012. Luxembourg.
- European Commission (1999). *Sixth Periodic Report on the Social and Economic Situation and Development of the Regions of the European Union*. <http://aei.pitt.edu/5712/1/5712.pdf>, accessed 7. 12. 2019.
- European Commission (2000). *European Competitiveness Report 2000*. http://aei.pitt.edu/45429/1/Competitiveness_2000.pdf, accessed 18. 2. 2020.
- European Commission (2008). *Green Paper on Territorial Cohesion turning territorial diversity into strength*, Bruxelles. http://ec.europa.eu/regional_policy/archive/consultation/terco/paper_terco_en.pdf, accessed 16. 1. 2020.
- European Commission (2010). *Europe 2020. A European strategy for smart, sustainable*

- and inclusive growth. <https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLETE%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf>, accessed 16. 1. 2020.
- European Commission (2018). EU budget for the future. Regional development and cohesion. https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-proposals-regional-development-cohesion-may2018_en.pdf, accessed 18. 1. 2021.
- European Commission (2019). A study on the factors of regional competitiveness. https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/3cr/competitiveness.pdf, accessed 16. 2. 2021.
- European Commission (2020). Cohesion Policy 2021–2027. https://ec.europa.eu/regional_policy/en/2021_2027/, accessed 31. 7. 2021.
- Faludi, A. (2004). Territorial cohesion: old (French) wine in new bottles? *Urban Studies*, 41 (7), 1349–1363. DOI: <https://doi.org/10.1080/0042098042000214833>
- Filó, C. (2008). Indicators of territorial competitiveness. International Conference of Territorial Intelligence. Pécs, 2008, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00794668>, accessed 2. 5. 2020.
- Grigorescu, I., Mitrică, B., Kucsicsa, Gh., Popovici, A., Dumitrașcu, M., Cuculici, R. (2012). Post-communist land use changes related to urban sprawl in the Romanian Metropolitan Areas. *Human Geographies - Journal of Studies and Research in Human Geography*, 6 (1), 35–46. DOI: <https://doi.org/10.5719/hgeo.2012.61.35>
- Habánik, J., Kordoš, M., Hošťák, P. (2016). Competitiveness of Slovak economy and regional development policies. *Journal of International Studies*, 9 (1), 144–155. DOI: <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2016/9-1/10>
- Hansen, T.N., Ianoș, I., Pascariu, G., Platon, V., Sandu, D. (1996). Regional Disparities in Romania 1990–1994. Bucharest: Grupul de consultanță Ramboll.
- Hollanders, H., Es-Sadki, N., Merkelbach, I. (2019). European Innovation Scoreboard 2019. European Commission, file:///D:/Downloads/ETAY19181ENN%20-%2017December2019%20(1).pdf
- HU Presidency (2011). Territorial Agenda of the European Union 2020: Towards an Inclusive, Smart and Sustainable Europe of Diverse Regions. <http://www.eu2011.hu/files/bveu/documents/TA2020.pdf>, accessed 14. 2. 2021.
- Ianoș, I., Sirodoev, I., Pascariu, G., Henebry, G. (2016). Divergent patterns of built-up urban space growth following post-socialist changes, *Urban Studies*, 53 (15), 3172–3188. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098015608568>
- Institute for the Protection and Security of the Citizen, European Commission's Joint Research Centre (JRC) (2014). Millennium Development Goals Dashboard. http://esl.jrc.ec.europa.eu/envind/un_meths/UN_ME049.htm, accessed 25. 9. 2019.
- Krugman, P. (1994). Competitiveness – A dangerous obsession. *Foreign Affairs*, 73 (2), 28–44. DOI: <https://doi.org/10.2307/20045917>
- Medeiros, E. (2011). Territorial Cohesion: a Conceptual Analysis. CEG-IGOT – Lisbon University: Alameda da Universidade.
- Medeiros, E. (2016). Territorial Cohesion: An EU concept. *European Journal of Spatial Development*, 60. http://www.nordregio.se/Global/EJSD/Refereed_articles/refereed60.pdf, accessed 23. 5. 2021.
- Ministry of Regional development and Public Administration (2014). Strategia de Dezvoltare Teritorială a României. România policentrică 2035: Coeziune și competitivitate teritorială, dezvoltare și șanse egale pentru oameni, <http://sdr.ro/upload/sdrtr-28.08.pdf>, accessed 18. 1. 2018.
- Mitrică, B., Damian, N., Mocanu, I., Grigorescu, I. (2019). Exploring the links between out-migration and social development in Romania. A Development Region-based approach, *EUROPA XXI*, 37. DOI: <https://doi.org/10.7163/Eu21.2019.37.5>
- Mitrică, B., Damian, N., Mocanu, I., Șerban, P., Săgeată, R. (2016). Technical-urbanistic infrastructure in the Romanian Danube Valley. Urban vs. Rural territorial disparities. *Geographica Pannonica*, 20 (4), 242–253. DOI: <https://doi.org/10.18421/GP20.04-06>
- Mitrică, B., Mocanu, I., Dumitrașcu, M., Grigorescu, I. (2017). Socio-Economic Disparities in the Development of the Romania's Border Areas. *Social Indicators Research*, 134 (3), 899–916. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11205-016-1462-7>
- Mitrică, B., Mocanu, I., Dumitrașcu, M., Grigorescu, I. (2018). Is the Romanian Danube Valley a cohesive region? A geographical approach. *Revue Roumaine de Géographie/Romanian Journal of Geography*, 62 (2), 139–154.
- Mitrică, B., Șerban, P., Mocanu, I., Grigorescu, I., Damian, N., Dumitrașcu, M. (2020). Social Development and Regional Disparities in the Rural Areas of Romania: Focus on the Social Disadvantaged Areas, *Social Indicators Research*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02415-7>
- Mitrică, B., Grigorescu, I., Săgeată, R., Mocanu, I., Dumitrașcu, M. (2020). Territorial Development in Romania: regional disparities, in vol. *Dilemmas of Regional and Local Development: Theory, Methodology and Applications* (editor Banski, J.), pp. 206–228, Routledge Explorations in Development Studies, Taylor & Francis Group. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429433863-13>
- Muller, P., Mattes, A., Klitou, D., Lonkeu, O., Ramada, R., Ruiz, F.A., Devnani, S., Farrenkopf, J., Makowska, A., Mankovska, N., Robin, N., Steigertahl, L. (2017). Annual Report on European SMEs 2017/2018, *SME Performance Review 2017/2018*, EASME/COSME/2017/031.
- National Institute of Statistics 2002, 2011, 2018. Bucharest: Romanian Statistical Yearbooks.
- National Institute of Statistics 2002–2018. TEMPOONLINE. Baza de date statistică, <http://statistici.insee.ro:8077/tempo-online/#/pages/tables/insee-table>.
- North-East Regional Development Agency (2014). Regional Development Plan for North-east Development Region 2014–2020.
- OECD (2009). *Perspectivas Económicas de América Latina 2009*. OECD Publishing, Paris.
- Ortega-Gaucin, D., de la Cruz Bartolón, J., Castellano Bahena, H. (2018). Drought Vulnerability Indices in Mexico. *Water*, 10 (11), 1671. DOI: <https://doi.org/10.3390/w10111671>
- Poot, J. (2000). Reflections on local and economy- wide effects of territorial competition. In: Batey P.W.J., Friedrich P. (eds.), *Regional Competition. Advances in Spatial Science*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 205–230. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-04234-2_10
- Popescu, C., Mitrică, B., Mocanu, I. (2016). Dezvoltarea regională pre- și postaderare la Uniunea Europeană. In: Bălțeanu, D., Dumitrașcu, M., Geacu, S., Mitrică, B., Sima, M. (eds.) *Romania. Natură și Societate*, pp. 613–620, Bucharest: Editura Academiei Române.

- Popescu, C. Săgeată, R. (2016). Regiunile de dezvoltare și politica de dezvoltare regional. In: Bălțeanu, D., Dumitrașcu, M., Geacu, S., Mitriță, B., Sima, M. (eds.) Romania. Natură și Societate, 609–612, Bucharest: Editura Academiei Române.
- Popovici, E. A., Mitriță, B., Mocanu, I. (2018). Land concentration and land grabbing: Implications for the socio-economic development of rural communities in south-eastern Romania. *Outlook on Agriculture*, 47 (3), 204–213. DOI: <https://doi.org/10.1177/0030727018781138>
- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: The Free Press, 875 p.
- Prezioso, M. (2008). Cohesion policy: methodology and indicators towards common approach. *Romanian Journal of Regional Science*, 2 (2), 1–32.
- Romanian Government, European Comission (1997). *Carta Verde. Politică de dezvoltare regională în România*, București.
- Saint-Supéry Ceano-Vivas, M., Rivera Lirio, J. M., Muñoz Torres, M. J. (2014). The role of fiscal policy in the achievement of social cohesion. Tax mix and public social spending, Working Paper, SSRN Electronic Journal. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2521328>
- Sandhu-Rojon, R. (2015). Selecting Indicators for impact evaluation UNDP. <http://www.i-three.org/wp-content/uploads/2015/03/Selecting-Indicators-for-Impact-Evaluation.pdf>, accessed 15. 11. 2020.
- Schwab, K. (ed.) (2017). *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. World Economic Forum, <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/CompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>, accessed 2. 11. 2019.
- Schwab, K. (ed.) (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*. World Economic Forum, http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf, accessed 14. 2. 2020.
- Simionescu, M. (2016). Competitiveness and Economic Growth in Romanian Regions. *Journal of Competitiveness*, 8 (4), 46–60. DOI: <https://doi.org/10.7441/joc.2016.04.03>
- South-East Regional Development Agency (2014). *Regional Development Plan for the South-West Oltenia Development Region 2014-2020*. http://www.adrse.ro/Documente/Planificare/PDR/2014/PDR.Sud_Est_2014.pdf, accessed 23. 11. 2020.
- South-West Oltenia Regional Development Agency (2014). *Regional Development Plan for the South-West Oltenia Development Region 2014-2020*. <https://www.adroltenia.ro/wp-content/uploads/2014/07/PDR-SV-Oltenia-2014-2020-1.pdf>, accessed 21. 2. 2021.
- UNESCO (2017). Metadata for the global and thematic indicators for the follow-up and review of SDG 4 and Education 2030. UNESCO Institute for Statistics, <http://sdg4monitoring.uis.unesco.org/metadata-global-thematic-indicators-follow-up-review-sdg4-education2030-2017.pdf>, accessed 2. 11. 2019.
- Winkelmann, R. (2014). Unemployment. Michalos A.C. (ed.). *Encyclopedia of quality of life and wellbeing research*, 6766–6767, Netherlands: Springer.



Mitriță B., Săgeată R., Mocanu I., Grigorescu I., Dumitrașcu M. (2021). Competitiveness and cohesion in Romania's regional development: a territorial approach. *Geodetski vestnik*, 65 (3), 440–458.
DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.440-458>

Dr. Bianca Mitriță

Romanian Academy, Institute of Geography
Dimitrie Racoviță Str., no. 12, secor 2,
Bucharest, Romania
e-mail: biancadumitrescu78@yahoo.com

Dr. Ines Grigorescu, senior researcher

Romanian Academy, Institute of Geography
Dimitrie Racoviță Str., no. 12, secor 2,
Bucharest, Romania
e-mail: inesgrigorescu@yahoo.com

**Dr. Radu Săgeată, senior researcher
(corresponding author)**

Romanian Academy, Institute of Geography
Dimitrie Racoviță Str., no. 12, secor 2,
Bucharest, Romania
e-mail: rsageata@gmail.com

Dr. Monica Dumitrașcu, senior researcher

Romanian Academy, Institute of Geography
Dimitrie Racoviță Str., no. 12, secor 2,
Bucharest, Romania
e-mail: stefania_dumitrascu@yahoo.com

Dr. Irena Mocanu, senior researcher

Romanian Academy, Institute of Geography
Dimitrie Racoviță Str., no. 12, secor 2,
Bucharest, Romania
e-mail: mocanital@yahoo.com

UPORABA VARIACIJ POSPEŠKA ZARADI VPLIVA LUNE IN SONCA PRI IZRAČUNU TIRNIC SATELITOV GLONASS

IMPLEMENTATION OF THE VARIATION OF THE LUNI- SOLAR ACCELERATION INTO GLONASS ORBIT CALCULUS

Sid Ahmed Medjahed, Abdelhalim Niati, Noureddine Kheloufi, Habib Taibi

UDK: (528.34+528.9):629.783
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 12. 5. 2021
Sprejeto: 25. 8. 2021

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.459-471
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 12. 5. 2021
Accepted: 25. 8. 2021

IZVLEČEK

V sistemu diferencialnih enačb, ki opisuje gibanje satelitov GLONASS (rus. Globalnaya Navigazionnaya Sputnikovaya Sistema), se pospešek, ki ga povzroča vpliv Lune in Sonca pogosto upošteva kot konstanta v obdobju integracije. V pričujoči raziskavi predpostavljamo, da pospešek zaradi vpliva Lune in Sonca ni konstanten, temveč se v obdobju integracije linearno spreminja. Po tej predpostavki izračunamo linearne funkcije v treh oseh pospeška zaradi vpliva Lune in Sonca za interval 30 minut in jih nato implementiramo v diferencialne enačbe. V dokumentu GLONASS-ICD (angl. Interface Control Document) je za določitev tirnice priporočena uporaba numerične integracije Runge-Kutta četrtega reda za reševanje sistema diferencialnih enačb. Izračun položaja in hitrosti satelita GLONASS je v tej študiji izveden z metodo Runge-Kutta četrtega reda pri integraciji naprej in nazaj, pri čemer so začetni pogoji navedeni v datoteki s satelita oddanih efemerid.

ABSTRACT

In the differential equation system describes the motion of GLONASS satellites (rus. Globalnaya Navigazionnaya Sputnikovaya Sistema, or Global Navigation Satellite System), the acceleration caused by the luni-solar traction is often taken as a constant during the period of the integration. In this work-study, we assume that the acceleration due to the luni-solar traction is not constant but varies linearly during the period of integration following this assumption; the linear functions in the three axes of the luni-solar acceleration are computed for an interval of 30 min and then implemented into the differential equations. The use of the numerical integration of Runge-Kutta fourth-order is recommended in the GLONASS-ICD (Interface Control Document) to solve for the differential equation system in order to get an orbit solution. The computation of the position and velocity of a GLONASS satellite in this study is performed by using the Runge-Kutta fourth-order method in forward and backward integration, with initial conditions provided in the broadcast ephemerides file.

KLJUČNE BESEDE

pospešek zaradi vpliva Lune in Sonca, oddajanje efemerid, metoda Runge-Kutta, integracija naprej, integracija nazaj

KEY WORDS

luni-solar acceleration, broadcast ephemerides, Runge-Kutta method, forward integration, backward integration

1 INTRODUCTION

GLONASS stands for Globalnaya Navigazionnaya Sputnikovaya Sistema, or Global Navigation Satellite System was developed by the USSR (Union of Soviet Socialist Republics) in 1976 and is now operated by Russia, with the first GLONASS satellite launched on 12 October, 1982, the full constellation was completed and put into operation at the beginning of 1996 (Guo et al., 2020). Like GPS (Global Positioning System), GLONASS is used to provide positioning, velocity and precise time for marine, aerial, terrestrial, and space users (ICD, 2016).

The space segment of GLONASS consists of 23 operational satellites and three backup satellites, which are evenly distributed over three orbital planes with an inclination of 64.8° . The longitude of the ascending node of each plane differs by 120° from plane to plane. In each orbit plane, there are eight satellites separated by 45° in the argument of latitude, the altitude of a satellite above the terrestrial surface is 19100 km and its orbital period is 11 h 15 min 44 s (Guo et al., 2020). In September 2016, the number of operational satellites in orbit was increased to 27, 24 of which are GLONASS-M and GLONASS-K1 satellites with full operational capability. The GLONASS broadcast ephemerides are given in the PZ-90 (Parametry Zemli 1990 or Parameters of the Earth 1990) reference frame (ICD, 2016).

Using the Runge-Kutta method, there are two assumptions in computing the orbit of GLONASS satellite; the first assumption consists of supposing the acceleration of the GLONASS satellite due to the luni-solar traction is constant during an interval of integration, this assumption is commonly employed for the computation of GLONASS satellites positions and velocities. The second assumption supposes this acceleration varies linearly during 30 min.

The first and second assumption has been presented in (Lin et al., 2009), where the authors compared the results between two different orders of Runge-Kutta integration: the 4th order for the first assumption and order 4 and 5 using the ODE45 solver (Ordinary Differential Equation) directly for the second assumption. In addition, the calculus of GLONASS orbits in (Lin et al., 2009) was made in forward integration only, in an interval of 30 min, and the results were compared with the coordinates of the broadcast ephemeris. Note that the ODE45 is a MATLAB built-in function based on the Runge-Kutta integration method of order 4 and 5, a method that was presented by Dormand and Prince. For more details, see Dormand and Prince (1980), Mathworks (2020).

The main objective of this work is to consider the variation of the luni-solar acceleration into the differential equation system of GLONASS satellite motion (assumption 2) such that we respect the recommendations of ICD document by using the 4th order Runge-Kutta (RK04) method and the 15 min integration interval in forward and backward process. The forward and backward integration in the two assumptions by RK04 are repeated for 48 epochs during 24 hours, and the averaged numerical results are presented and compared. Effectively, a comparison of our results with the precise orbits is highly desired. However, we know that the precise orbits refer to the Center of Mass (CoM) of the satellites, not to the Phase Center (PC) as the broadcast orbits refer to. For this reason, we could not make this comparison for the GLONASS satellites in the present paper.

The present study is organized as follows: In section 2, the differential equation system of motion of a GLONASS satellite is first given. An extract of a GLONASS ephemerides file is described as well as how to compute the variation of luni-solar acceleration. In section 3, a detailed review of how to solve a dif-

ferential equation system by RK04is presented. Subsequently, in section 4, we give the definition of the forward and the backward integration techniques, which are implemented in our calculus for comparison purposes. Section 4 is also devoted to providing the numerical results and their analysis corresponding to the implementation of both assumptions stated above. Finally, a summary of conclusions is given.

2 GLONASS SATELLITE MOTION

2.1 Equation of motion

The motion of a GLONASS satellite orbiting around the Earth is described by the following system: Biron (2001), ICD (2016):

$$\begin{cases} \frac{dV_x}{dt} = -\frac{GM}{r^3}X + \frac{3}{2}C_{20}GM\frac{a^2}{r^5}\left(1 - \frac{5Z^2}{r^2}\right)X + w^2X + 2wV_y + \gamma_x \\ \frac{dV_y}{dt} = -\frac{GM}{r^3}Y + \frac{3}{2}C_{20}GM\frac{a^2}{r^5}\left(1 - \frac{5Z^2}{r^2}\right)Y + w^2Y + 2wV_x + \gamma_y \\ \frac{dV_z}{dt} = -\frac{GM}{r^3}Z + \frac{3}{2}C_{20}GM\frac{a^2}{r^5}\left(3 - \frac{5Z^2}{r^2}\right)Z + \gamma_z \end{cases} \quad (1)$$

where G is the gravitational constant, M is the mass of Earth, r is the orbital radius, C_{20} is the second-order harmonic coefficient, a is the equatorial radius of Earth, X, Y, Z are the coordinates of satellite, V_x, V_y, V_z are velocities of satellites with respect to the three axes, and $dV_x/dt, dV_y/dt, dV_z/dt$ are their temporal variation, w is the rotation rate of Earth, $\gamma_x, \gamma_y, \gamma_z$ the acceleration due to the luni-solar perturbation.

2.2 Broadcast Ephemerides

The GLONASS broadcast orbits are updated each 30 min (Biron, 2001; Cheng, 1998). Starting from the ephemerides at the time of reference t_p , the users can then predict and compute the satellite ephemerides and velocities at time t_c .

Table 1 is an example of GLONASS broadcast ephemerides extracted from the navigation file. Table 1 contains two records of GLONASS navigational message (Broadcast Ephemerides) in RINEX format (*Receiver INdependent EXchange*). It relates to the GLONASS SV 07 from 9th February 2020 at 11 h 45 m and 12 h 15 min time of GLONASS.

Table 1: Example of GLONASS ephemerides file for GLONASS SV 07

R07	2020	02	09	11 45 00	-.329930335283E-04	-.909494701773E-12	.414000000000E+05		
					.124674428711E+05	-.237827777863E+01	.558793544769E-08	.000000000000E+00	
					.126838168945E+05	-.794471740723E+00	.000000000000E+00	.500000000000E+01	
					-.182341059570E+05	-.217863845825E+01	.000000000000E+00	.000000000000E+00	
R07	2020	02	09	12 15 00	-.329948961735E-04	-.909494701773E-12	.432000000000E+05		
					.768464257813E+04	-.289616584778E+01	.465661287308E-08	.000000000000E+00	
					.114883041992E+05	-.504366874695E+00	-.931322574615E-09	.500000000000E+01	
					-.213969350586E+05	-.131273841858E+01	.931322574615E-09	.000000000000E+00	

In Table 1, the first three columns after each header line designate respectively: the coordinates (km), the velocities (km/s) and the luni-solar accelerations (km/s²) (see also Gurtner, 2007; Maciuk, 2016).

The broadcast ephemerides file of GLONASS SV 07 used in this work study was downloaded from the IGS(International GNSS Service) database.

2.3 Calculation of the variation of the luni-solar acceleration

The effects of the gravitational attraction of the sun and the moon on the orbit of an artificial satellite have been studied in several papers. For more details, see Solórzano and Prado (2013).

In this study, we assume, as previously mentioned, that the luni-solar acceleration follows a linear variation during an interval of 30 min between two epochs of reference of broadcast ephemerides t_{b1} and t_{b2} as follows:

$$\begin{cases} \gamma_x = a_x t + b_x \\ \gamma_y = a_y t + b_y \\ \gamma_z = a_z t + b_z \end{cases} \quad (2)$$

With:
$$\begin{cases} a_x = (\gamma_x(t_{b2}) - \gamma_x(t_{b1})) / (t_{b2} - t_{b1}) \text{ and } b_x = \gamma_x(t_{b1}) - a_x t_{b1} \\ a_y = (\gamma_y(t_{b2}) - \gamma_y(t_{b1})) / (t_{b2} - t_{b1}) \text{ and } b_y = \gamma_y(t_{b1}) - a_y t_{b1} \\ a_z = (\gamma_z(t_{b2}) - \gamma_z(t_{b1})) / (t_{b2} - t_{b1}) \text{ and } b_z = \gamma_z(t_{b1}) - a_z t_{b1} \end{cases} \quad (3)$$

Such that: t_{b1} and t_{b2} are the epochs of reference, γ_x, γ_y and γ_z are as defined in the broadcast ephemerides file. The following figure represents the accelerations due to the luni-solar traction with respect to the three axes.

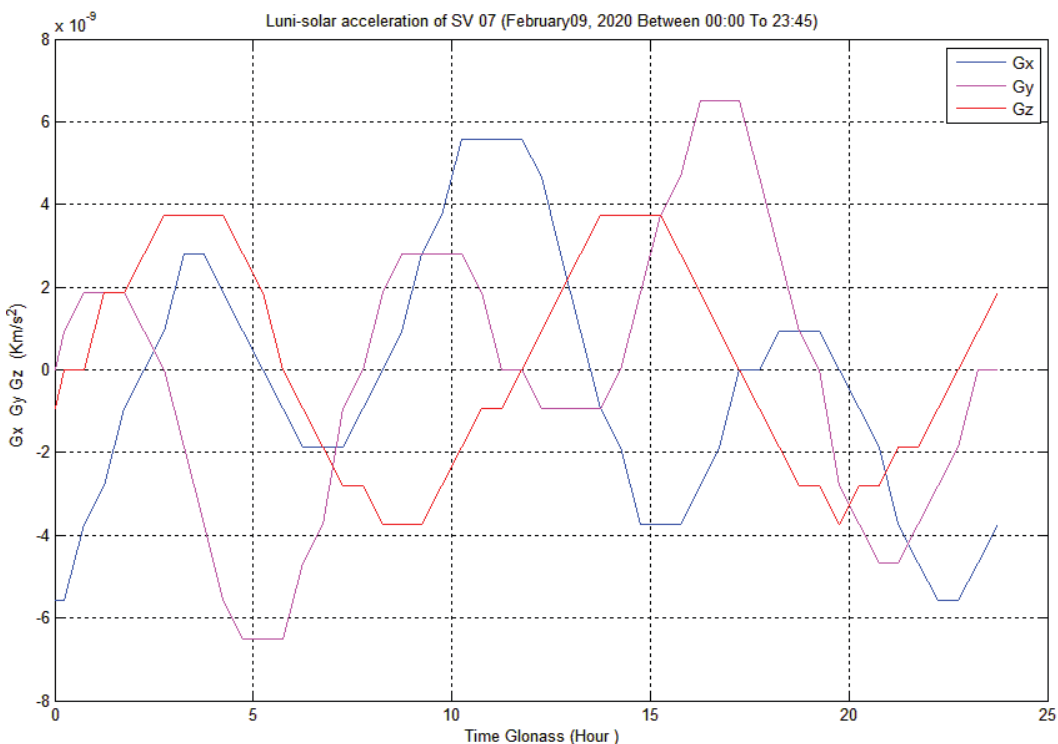


Figure 1: Luni-solar acceleration of GLONASS SV 07 (09/02/2020).

Due to the luni-solar traction, these accelerations are recorded on February 09, 2020 for GLONASS SV 07 from the IGS database.

3 RUNGE-KUTTA METHOD INTEGRATION (RK)

3.1 General principle of RK integration

The Runge-Kutta integration is, in principle, a numerical resolution of a first-order differential equation. This method allows us to compute an approximate value of y_{i+1} from a previous value y_i (Maciuk, 2016). As Runge-Kutta integration is designed to first-order equations, the second-order differential equation system (1) in hand should be transformed to a first-order differential equation system, this operation gives the following:

$$\begin{cases} \dot{X} = V_x \\ \dot{Y} = V_y \\ \dot{Z} = V_z \\ \dot{V}_x = -\frac{GM}{r^3}X + \frac{3}{2}C_{20}GM\frac{a^2}{r^5}\left(1 - \frac{5Z^2}{r^2}\right)X + w^2X + 2wV_y + \gamma_x \\ \dot{V}_y = -\frac{GM}{r^3}Y + \frac{3}{2}C_{20}GM\frac{a^2}{r^5}\left(1 - \frac{5Z^2}{r^2}\right)Y + w^2Y + 2wV_x + \gamma_y \\ \dot{V}_z = -\frac{GM}{r^3}Z + \frac{3}{2}C_{20}GM\frac{a^2}{r^5}\left(1 - \frac{5Z^2}{r^2}\right)Z + \gamma_z \end{cases} \quad (4)$$

$$\left. \begin{cases} \dot{\gamma}_x = 0 \ (\gamma_x \text{ is constant}) \\ \dot{\gamma}_y = 0 \ (\gamma_y \text{ is constant}) \\ \dot{\gamma}_z = 0 \ (\gamma_z \text{ is constant}) \end{cases} \right\} \text{Assumption 1} \quad \left. \begin{cases} \dot{\gamma}_x = a_x \ (\gamma_x \text{ varies linearly}) \\ \dot{\gamma}_y = a_y \ (\gamma_y \text{ varies linearly}) \\ \dot{\gamma}_z = a_z \ (\gamma_z \text{ varies linearly}) \end{cases} \right\} \text{Assumption 2}$$

Equation (4) can be written in the general form: $dY = f(t, Y)$ and $Y = [X, Y, Z, V_x, V_y, V_z, \gamma_x, \gamma_y, \gamma_z]^T$.

The values of $(\gamma_x, \gamma_y, \gamma_z)$ in the above equation system are usually taken as constant (Assumption 1) when attempting to solve for the vector of parameters Y by Runge-Kutta method.

3.2 Fourth order Runge-Kutta method (RK04)

The computation of the position (y_{i+1}) , the (v_{i+1}) velocity and (γ_{i+1}) the acceleration luni-solar at iteration $(i+1)$ is carried out from the knowledge of (y_i) , (v_i) , and (γ_i) at the previous iteration (i) , according to these formulas (Maciuk, 2016; Cheng, 1998):

$$\begin{cases} y_{i+1} = y_i + (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) / 6 \\ v_{i+1} = v_i + (m_1 + 2m_2 + 2m_3 + m_4) / 6 \\ \gamma_{i+1} = \gamma_i + (g_1 + 2g_2 + 2g_3 + g_4) / 6 \end{cases} \quad (5)$$

For our study, the coefficients k_p , m_i and g_i are given by:

$$k_i = \begin{cases} k_1 = hf(t_n, y_n, v_n, \gamma_n) \\ k_2 = hf(t_n + h/2, y_n + k_1/2, v_n + m_1/2, \gamma_n + g_1/2) \\ k_3 = hf(t_n + h/2, y_n + k_1/2, v_n + m_1/2, \gamma_n + g_1/2) \\ k_4 = hf(t_n, y_n, v_n, \gamma_n) \end{cases} \quad (6)$$

$$m_i = \begin{cases} m_1 = hf(t_n, y_n, v_n, \gamma_n) \\ m_2 = hf(t_n + h/2, y_n + k_1/2, v_n + m_1/2, \gamma_n + g_1/2) \\ m_3 = hf(t_n + h/2, y_n + k_1/2, v_n + m_1/2, \gamma_n + g_1/2) \\ m_4 = hf(t_n, y_n, v_n, \gamma_n) \end{cases} \quad (7)$$

$$g_i = \begin{cases} g_1 = hf(t_n, y_n, v_n, \gamma_n) \\ g_2 = hf(t_n + h/2, y_n + k_1/2, v_n + m_1/2, \gamma_n + g_1/2) \\ g_3 = hf(t_n + h/2, y_n + k_1/2, v_n + m_1/2, \gamma_n + g_1/2) \\ g_4 = hf(t_n, y_n, v_n, \gamma_n) \end{cases} \quad (8)$$

The position, velocity and acceleration luni-solar are given by:

$$\left\{ \begin{array}{l} y_i = \begin{cases} x_{i+1} = x_i + h(k_{11} + 2k_{21} + 2k_{31} + k_{41})/6 \\ y_{i+1} = y_i + h(k_{12} + 2k_{22} + 2k_{32} + k_{42})/6 \\ z_{i+1} = z_i + h(k_{13} + 2k_{23} + 2k_{33} + k_{43})/6 \end{cases} \\ v_i = \begin{cases} v_{x,i+1} = v_{x,i} + h(m_{11} + 2m_{21} + 2m_{31} + m_{41})/6 \\ v_{y,i+1} = v_{y,i} + h(m_{12} + 2m_{22} + 2m_{32} + m_{42})/6 \\ v_{z,i+1} = v_{z,i} + h(m_{13} + 2m_{23} + 2m_{33} + m_{43})/6 \end{cases} \\ \gamma_i = \begin{cases} \gamma_{x,i+1} = \gamma_{x,i} + h(g_{11} + 2g_{21} + 2g_{31} + g_{41})/6 \\ \gamma_{y,i+1} = \gamma_{y,i} + h(g_{12} + 2g_{22} + 2g_{32} + g_{42})/6 \\ \gamma_{z,i+1} = \gamma_{z,i} + h(g_{13} + 2g_{23} + 2g_{33} + g_{43})/6 \end{cases} \end{array} \right. \quad (9)$$

In all equations, h is the integration step; the formulas for calculating k_p , m_i and g_i are provided in the appendix.

4 PROCESS OF GLONASS ORBIT CALCULATION

4.1 Results relative to one epoch (11:45 to 12:15)

Based on the known initial values of position (X_o, Y_o, Z_o), velocity (Vx_o, Vy_o, Vz_o), and luni-solar acceleration ($\gamma x_o, \gamma y_o, \gamma z_o$), given in the broadcast ephemerides file, it is possible to determine satellite's position, velocity and the luni-solar acceleration for any moment within the range ± 15 min.

Using the information given in (Table 1), the position, velocity and luni-solar acceleration of GLO-NASSSV 07 at time 12:00 can be calculated as follows:

- **In Forward:** The orbit of SV 07 between 11:45 to 12:00 can be interpolated from the initial values given in broadcast ephemerides file at time $t_{b1} = 11:45$

- **In Backward:** The orbit of SV 07 between 12:00 to 12:15 can be integrated from the initial values given in broadcast ephemerides at time $t_{b_2} = 12:15$

Figure 2 illustrates the process of GLONASS orbits computation in forward and backward integration for one epoch.

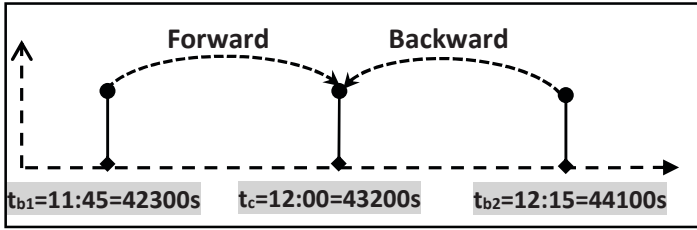


Figure2: Forward and backward integration process.

To compare the numerical results, we made the two following assumptions:

- **The 1st Assumption:** The terms γ_x, γ_y and γ_z constant during 15min.
- **The 2nd Assumption:** The terms γ_x, γ_y and γ_z vary linearly during 15min (c.f sec2.3).

Using RK04 method with an integration step $h=0.01s$ in the computation, the Table2 and Figure3 shows the differences at time $t_c = 12:00$ between the 1st and 2nd assumption.

Table 2: Differences between the 1st and 2nd assumption.

	Assumption 1 $d_1 = \vec{Y}_{Fwd} - \vec{Y}_{Bwd} $	Assumption 2 $d_2 = \vec{Y}_{Fwd} - \vec{Y}_{Bwd} $	$d = d_1 - d_2 $
dX(m)	2.333	2.459	0.126
dY(m)	1.755	1.628	0.127
dZ(m)	3.219	3.346	0.127
dVx(m)	0.00128173	0.00126323	0.0000185
dVy(m)	0.00148306	0.00150145	0.0000183
dVz(m)	0.00077236	0.00077238	0.0000000

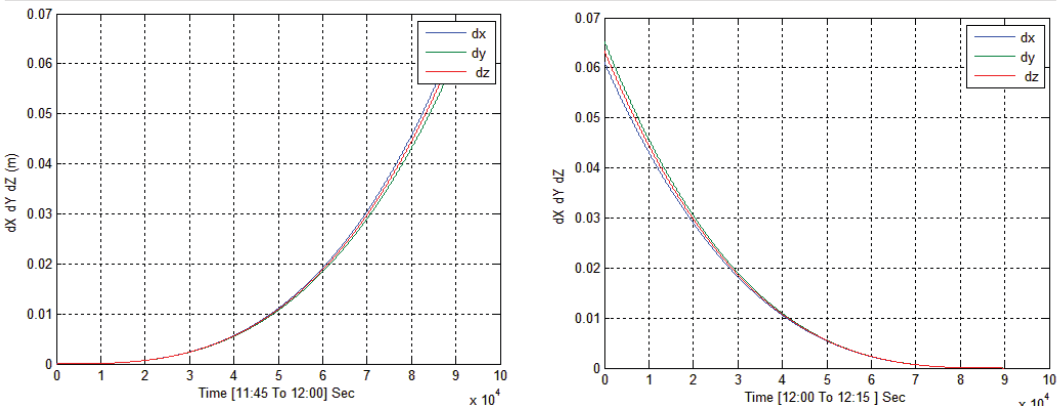


Figure 3: Difference between forward (figure left) and backward(figure right) integration.

It is worth notice that the results of the second assumption have been calculated by equations (2) and (3), the linear three functions of variation of luni-solar acceleration of SV 07 between 11:45 to 12:15 are:

$$\begin{cases} \gamma_x = +5.174 \cdot 10^{-13} t + 2.747 \cdot 10^{-08} \\ \gamma_y = -5.174 \cdot 10^{-13} t + 2.188 \cdot 10^{-08} \\ \gamma_z = +5.174 \cdot 10^{-13} t + 2.188 \cdot 10^{-08} \end{cases} \quad (10)$$

Figure 4 show the orbit of SV 07 with the 1st assumption and the 2nd assumption.

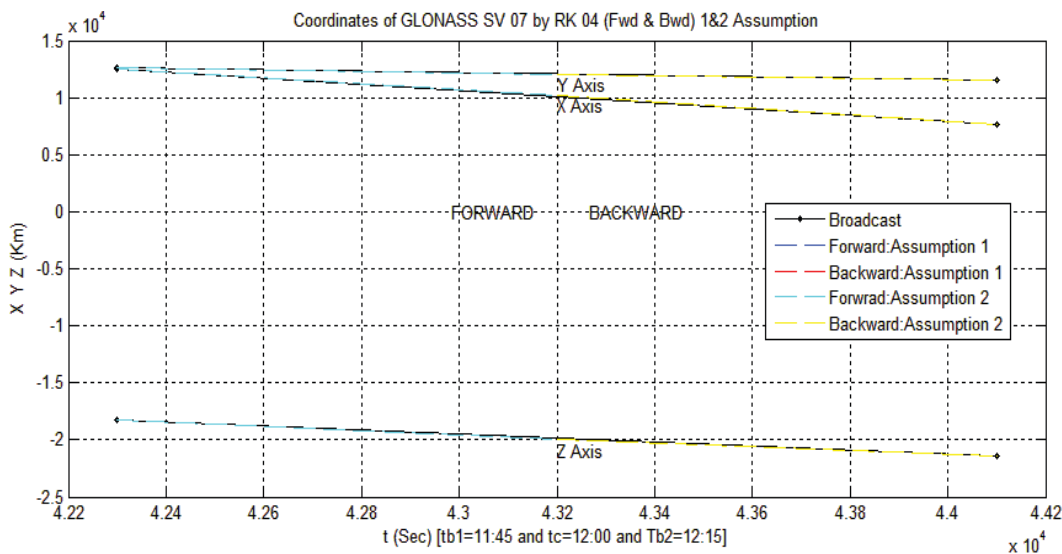


Figure 4: Coordinates of GLONASS SV 07 (11:45 to 12:15).

Figure 5 represents more detail from Figure 4 near $t_c=12:00$.

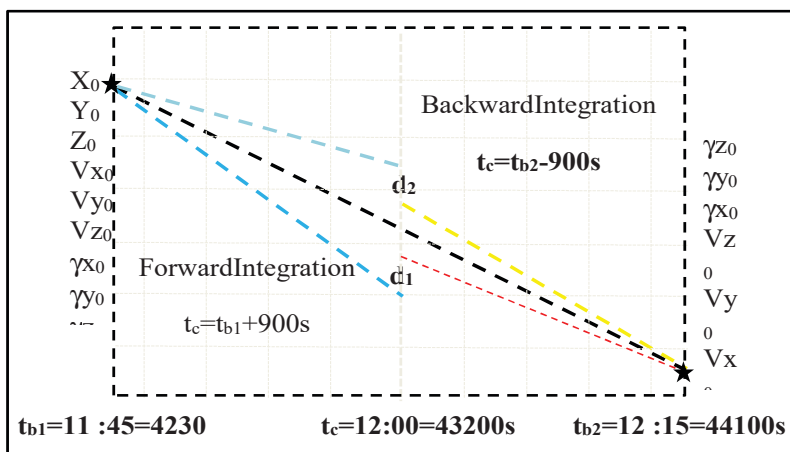


Figure 5: Detail of epoch $t_c=12:00$.

Figure 5 clearly shows the shifts between forward, backward and broadcast solutions.

4.2 Results relative to 24 hours (23:45 to 23:45)

Knowing the initial values of position, velocity and luni-solar acceleration at 48 different epochs (24 hours, 23:45 to 23:45) from the broadcast ephemerides of GLONASS SV 07 unregistered on February 09, 2020 we can compute the positions, velocities and luni-solar accelerations at ($H: 00$) and also ($H:30$), where H is Hour. This operation is illustrated in Figure 6.

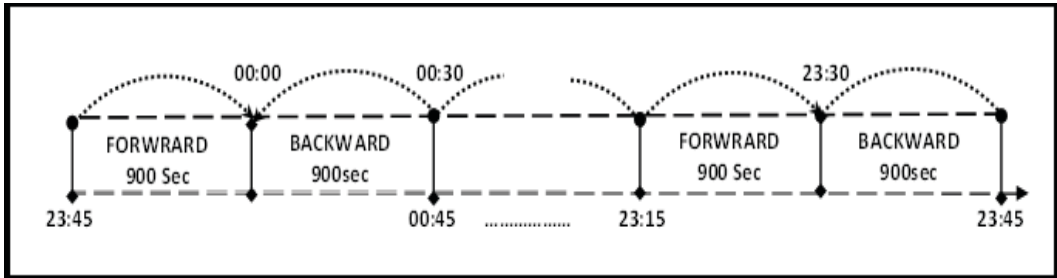


Figure 6: Scheme of the forward and backward integration for 48 epochs =24hours.

The computation of the parameters (Y, V and γ) by the 4th order Runge-Kutta method, the statistics of differences in position and velocity between forward and backward integration for the 1st and the 2nd assumption for the twenty-four hours period are shown in the following table and figure.

Table 3: The statistics of differences (Forward-Backward) over 24 hours.

	1 st Assumption			2 nd assumption		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
dX (m)	0.057	4.913	2.136	0.0160	4.917	2.143
dY(m)	0.327	4.328	2.282	0.210	4.429	2.293
dZ(m)	0.136	5.567	3.148	0.084	5.503	3.198
dVx(m/s)	0.0000012	0.0037806	0.0012028	0.0000383	0.0040186	0.0011962
dVy (m/s)	0.0000055	0.0037806	0.0006797	0.0000216	0.0021952	0.0007012
dVz (m/s)	0.0000620	0.0021584	0.0012918	0.0000567	0.0032829	0.0012567

We can deduce from Table3 some remarks:

First, when comparing forward and backward procedures, the maximal value can reach 5.567 m in the 1st assumption and 5.503 m in the 2nd assumption on the z-axis.

Effectively, this small difference with a slight priority of the second assumption is not significant compared to the GLONASS orbit dimensions (Semi-major axis of GLONASS orbit = 25440 km). In other parts, it does not bring any improvement in the position calculus of a static receiver. However, the difference is more important on the velocity vector since (Figure 8), in this workstudy; the linear functions of the variation of the luni-solar acceleration are all accounted for in the computation of the velocity (see equation (2) and Appendix).

The differences between the forward and backward integration for 1st and 2nd assumptions are due to several factors: the ephemeris errors affecting the initial conditions, the accuracy of Runge-Kutta method and the step size of interpolation by Runge-Kutta method.

In Figure 7 and Figure 8, the differences between the 1st assumption and 2nd assumption for coordinates and velocities (i.e. dX , dY , dZ and dV_x , dV_y , dV_z) are represented along 24 hours of integration.

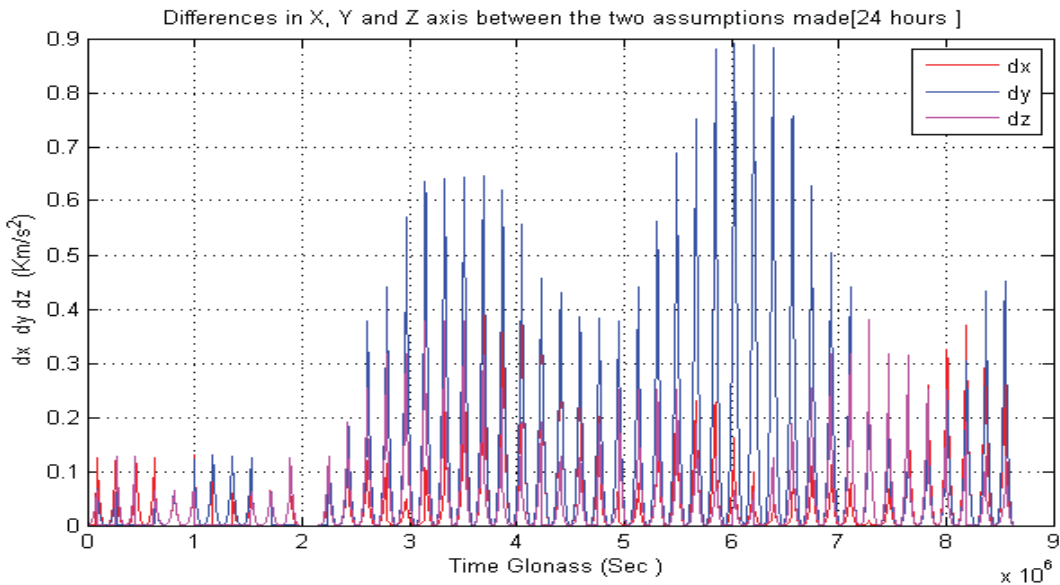


Figure 7: Differences in X,Y and Z axis between the two assumptions made.

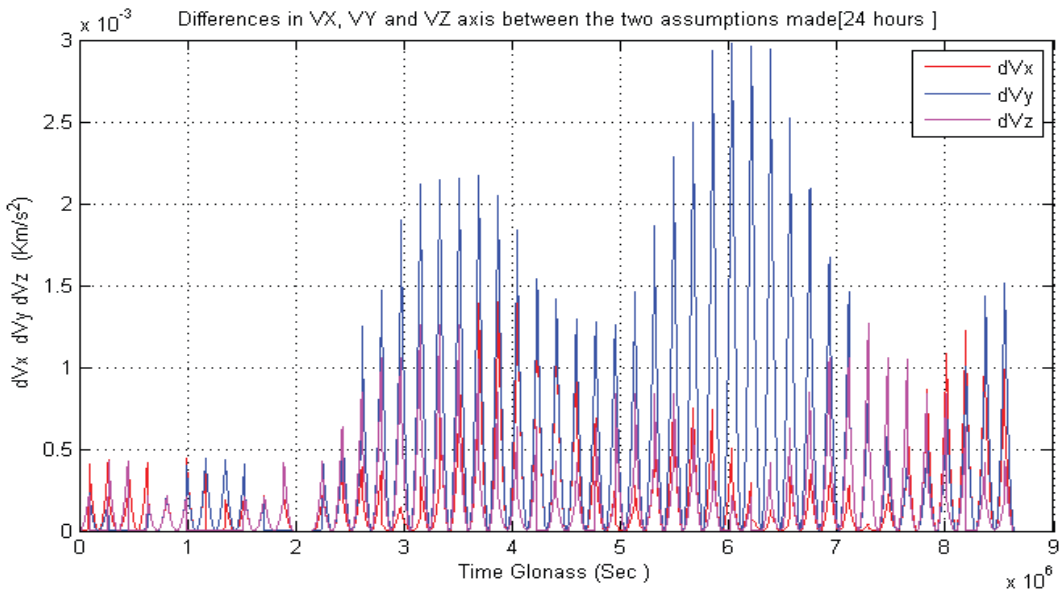


Figure 8: Differences in V_x , V_y and V_z axis between the two assumptions made.

The maximum difference between the two assumptions in coordinates of GLONASS SV 07 is about 1 m and about 0.003km/s in velocity of GLONASS SV 07.

5 CONCLUSION

The motion of a GLONASS satellite is described by a differential equation system of second order. The resolution of such a mathematical problem is recommended to be done by the 4th order Runge-Kutta method according to the Interface Control Document. In our study, the RK04 method is adopted, the initial conditions and accelerations of GLONASS satellites due to luni-solar traction needed for the resolution of the problem are taken from the GLONASS broadcast navigation file provided by the IGS .

When trying to resolve the differential equation of motion, the luni-solar acceleration affecting the motion of a satellite is often assumed constant during 30 min; this makes our first assumption, whereas our second assumption consists of considering this acceleration varies linearly during 30 min. Besides this, there are two possibilities to compute the orbit solution at a given epoch; the forward integration and the backward integration.

For each assumption, we tested these two possibilities, and we compared their respective results. We conclude from the numerical results that the difference between the main solution of the 1st and 2nd assumption is 1 m in the position of satellite (Y-axis) and about 0.003 km/s in velocity of satellite (Y-axis) over 24 hours. However, for each assumption, the forward solution differs from the backward solution by more than 3 m as maximal value. This difference is due to the ephemeris precision, the order of the Runge-Kutta method and the step size of interpolation.

Literature and references

Biron, A. (2001). *Intégration des systèmes de positionnement par satellites GPS et GLONASS (Integration of satellite positioning systems GPS and GLONASS)*. Master Thesis. Canada: Université Laval. Département des sciences géomatiques.

Cheng, C. (1998). *Calculations for positioning with the global navigation satellite system*. Master of Science. Russ: Ohio University. Russ College of Engineering and Technology.

Dormand, J. R., Prince, P. J. (1980). A family of embedded Runge-Kutta formulae. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 6 (1), 19–26. DOI: [https://doi.org/10.1016/0771-050x\(80\)90013-3](https://doi.org/10.1016/0771-050x(80)90013-3)

Guo, H., Goodchild, M. F., Annoni, A. (2020). *Manual of Digital Earth*. International Society for Digital Earth, Springer Open. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-32-9915-3>

Gurtner, W. (2007). *RINEX The Receiver Independent Exchange Format, Version 3.00*. Bern: Astronomical Institute, University of Bern.

ICD-GLONASS (2016). *GLONASS, General Description of Code, Interface Control Document*. Global Navigation Satellite System. Edition 1.0. Moscow.

Lin, Y., Guo, H., Yu, M. (2009). A Comparison for GLONASS Satellite Coordinate Calculation. *International Conference on Information Engineering and Computer Science*. DOI: <https://doi.org/10.1109/iciacs.2009.5365110>

Mathworks (2020). <https://fr.mathworks.com>, accessed 1. 12. 2020.

Maciuk, K. (2016). Different approaches in GLONASS orbit computation from broadcast ephemeris. *Geodetski vestnik*, 60, (3), 455–466. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2016.03.455-466>

Solórzano, C. R. H., Prado, A. F. B. (2013). A Comparison of Averaged and Full Models to Study the Third-Body perturbation. *The Scientific World Journal*, 16. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/136528>

APPENDIX : COEFFICIENTS OF RK04 METHOD FOR THE 2^{ED} ASSUMPTION

$$k_{11} = hV_x \quad (A01) \quad k_{12} = hV_y \quad (A02) \quad k_{13} = hV_z \quad (A03)$$

$$m_{11} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3}(X) + \frac{3}{2}C_0 GM \frac{a^2}{r^5} \left(1 - \frac{5(Z)^2}{r^2} \right) (X) + w^2(X) + 2w(V_y) + (\gamma_x) \right\} \quad (A04)$$

$$m_{12} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3}(Y) + \frac{3}{2}C_0 GM \frac{a^2}{r^5} \left(1 - \frac{5(Z)^2}{r^2} \right) (Y) + w^2(Y) + 2w(V_x) + (\gamma_y) \right\} \quad (A05)$$

$$m_{13} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3}(Z) + \frac{3}{2}C_0 GM \frac{a^2}{r^5} \left(1 - \frac{5(Z)^2}{r^2} \right) (Z) + (\gamma_z) \right\} \quad (A06)$$

$$g_{11} = ha_x \quad (A07) \quad g_{12} = ha_y \quad (A08) \quad g_{13} = ha_z \quad (A09)$$

$$k_{21} = h \left\{ V_x + \frac{m_{11}}{2} \right\} \quad A(10) \quad k_{22} = h \left\{ V_y + \frac{m_{12}}{2} \right\} \quad (A11) \quad k_{23} = h \left\{ V_z + \frac{m_{13}}{2} \right\} \quad (A12)$$

$$m_{21} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3} \left(X + \frac{k_{11}}{2} \right) + \frac{3}{2}C_{20} GM \frac{a^2}{r^5} \left(1 - \frac{5 \left(Z + \frac{k_{13}}{2} \right)^2}{r^2} \right) \left(X + \frac{k_{11}}{2} \right) + w^2 \left(X + \frac{k_{11}}{2} \right) + 2w \left(V_y + \frac{m_{12}}{2} \right) + \left(\gamma_x + \frac{g_{11}}{2} \right) \right\} \quad (A13)$$

$$m_{22} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3} \left(Y + \frac{k_{12}}{2} \right) + \frac{3}{2}C_{20} GM \frac{a^2}{r^5} \left(1 - \frac{5 \left(Z + \frac{k_{13}}{2} \right)^2}{r^2} \right) \left(Y + \frac{k_{12}}{2} \right) + w^2 \left(Y + \frac{k_{12}}{2} \right) + 2w \left(V_x + \frac{m_{11}}{2} \right) + \left(\gamma_y + \frac{g_{12}}{2} \right) \right\} \quad (A14)$$

$$m_{23} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3} \left(Z + \frac{k_{13}}{2} \right) + \frac{3}{2}C_{20} GM \frac{a^2}{r^5} \left(3 - \frac{5 \left(Z + \frac{k_{13}}{2} \right)^2}{r^2} \right) \left(Z + \frac{k_{11}}{2} \right) + \left(\gamma_z + \frac{g_{13}}{2} \right) \right\} \quad (A15)$$

$$g_{21} = h \left\{ a_x + \frac{g_{11}}{2} \right\} \quad (A16) \quad g_{22} = h \left\{ a_y + \frac{g_{12}}{2} \right\} \quad A(17) \quad g_{23} = h \left\{ a_z + \frac{g_{13}}{2} \right\} \quad (A18)$$

$$k_{31} = h \left\{ V_x + \frac{m_{21}}{2} \right\} \quad (A19) \quad k_{32} = h \left\{ V_y + \frac{m_{22}}{2} \right\} \quad A(20) \quad k_{33} = h \left\{ V_z + \frac{m_{23}}{2} \right\} \quad (A21)$$

$$m_{31} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3} \left(X + \frac{k_{21}}{2} \right) + \frac{3}{2}C_{20} GM \frac{a^2}{r^5} \left(1 - \frac{5 \left(Z + \frac{k_{23}}{2} \right)^2}{r^2} \right) \left(X + \frac{k_{21}}{2} \right) + w^2 \left(X + \frac{k_{21}}{2} \right) + 2w \left(V_y + \frac{m_{22}}{2} \right) + \left(\gamma_x + \frac{g_{21}}{2} \right) \right\} \quad (A22)$$

$$m_{32} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3} \left(X + \frac{k_{22}}{2} \right) + \frac{3}{2}C_{20} GM \frac{a^2}{r^5} \left(1 - \frac{5 \left(Z + \frac{k_{23}}{2} \right)^2}{r^2} \right) \left(X + \frac{k_{22}}{2} \right) + w^2 \left(X + \frac{k_{22}}{2} \right) + 2w \left(V_x + \frac{m_{21}}{2} \right) + \left(\gamma_y + \frac{g_{22}}{2} \right) \right\} \quad (A23)$$

$$m_{33} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3} \left(Z + \frac{k_{23}}{2} \right) + \frac{3}{2} C_{20} GM \frac{a^2}{r^5} \left(1 - \frac{5 \left(Z + \frac{k_{23}}{2} \right)^2}{r^2} \right) \left(Z \right) + \left(\gamma_z + \frac{g_{23}}{2} \right) \right\} \quad (A24)$$

$$g_{13} = h \left\{ a_x + \frac{g_{21}}{2} \right\} \quad (A25) \quad g_{23} = h \left\{ a_y + \frac{g_{22}}{2} \right\} \quad (A26) \quad g_{33} = h \left\{ a_z + \frac{g_{23}}{2} \right\} \quad (A27)$$

$$k_{41} = h \{ V_x + m_{31} \} \quad (A28) \quad k_{42} = h \{ V_y + m_{32} \} \quad (A29) \quad k_{43} = h \{ V_z + m_{33} \} \quad (A30)$$

$$m_{41} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3} (X + k_{31}) + \frac{3}{2} C_{20} GM \frac{a^2}{r^5} \left(1 - \frac{5 (Z + k_{33})^2}{r^2} \right) (X + k_{31}) + w^2 (X + k_{31}) + 2w (V_y + m_{32}) + (\gamma_x + g_{31}) \right\} \quad (A31)$$

$$m_{42} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3} (Y + k_{32}) + \frac{3}{2} C_{20} GM \frac{a^2}{r^5} \left(1 - \frac{5 (Z + k_{33})^2}{r^2} \right) (Y + k_{32}) + w^2 (Y + k_{32}) + 2w (V_x + m_{31}) + (\gamma_y + g_{32}) \right\} \quad (A32)$$

$$m_{43} = h \left\{ -\frac{GM}{r^3} (Z + k_{33}) + \frac{3}{2} C_{20} GM \frac{a^2}{r^5} \left(3 - \frac{5 (Z + k_{33})^2}{r^2} \right) (Z + k_{33}) + (\gamma_z + g_{33}) \right\} \quad (A33)$$

$$g_{41} = h \{ a_x + g_{31} \} \quad (A34) \quad g_{42} = h \{ a_y + g_{32} \} \quad (A35) \quad g_{43} = h \{ a_z + g_{33} \} \quad (A36)$$

For the 1st assumption we have; $g_{i,j} = 0$.



Medjahed S. A., Niati A., Kheloufi N., Taibi H. (2021). Implementation of the variation of the Luni-Solar acceleration into GLONASS orbit calculus. *Geodetski vestnik*, 65 (3), 459-471.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.459-471>

Sid Ahmed Medjahed

Department of Space Geodesy, Centre of Space Techniques
(CTS, Oran-Arzew), Algerian Space Agency (ASAL)
Algeria
e-mails: smedjahed@cts.asal.dz

Noureddine Kheloufi

Department of Space Geodesy, Centre of Space Techniques
(CTS, Oran-Arzew), Algerian Space Agency (ASAL)
Algeria

Abdelhalim Niati

Department of Space Geodesy, Centre of Space Techniques
(CTS, Oran-Arzew), Algerian Space Agency (ASAL)
Algeria

Habib Taibi

Department of Space Geodesy, Centre of Space Techniques
(CTS, Oran-Arzew), Algerian Space Agency (ASAL)
Algeria

RAPALSKI MEJNIKI V KNJIGI: MEJA NA RAZVODNICI

RAPALLO BOUNDARY STONES IN A BOOK: THE BORDER AT THE WATERSHED

Mihaela Triglav Čekada



**Dušan Škodič: Meja na razvodnici: Ob
stoletnici podpisa rapalske pogodbe:
1920–2020**

Planinska zveza Slovenije, 2021, ISBN 978-
961-6870-68-9, mehka vezava, 255 strani

Slika 1: Naslovnica Meje na razvodnici (vir: Planinska založba PZS).

V zadnjih nekaj letih smo se geodeti ponovno pričeli poglobljeno ukvarjati z materializiranimi ostanki geodetskih izmer iz preteklosti in njihovim potencialom za morebitno vključitev med kulturno dediščino (Lisec in sod., 2020; Triglav Čekada in Jenko, 2020; Triglav Čekada in sod., 2021). Med starimi mejnimi znamenji smo omenjali tudi stare mejnike različnih mej, ki so nekoč potekale po našem ozemlju. Zato sem z navdušenjem prebrala novico, da je pri Planinski zvezi Slovenije izšel planinsko-zgodovinski vodnik Dušana Škodiča *Meja na razvodnici*, ki govori o rapalskih mejnikih (slika 1).

V *Meji na razvodnici* se odlično prepletata zgodovinski del na rumenih straneh in vodniški del na belih straneh. Barvna ločitev omogoča, da vsakega beremo posebej. V prvem so popisane poti, po katerih pride-mo do lokacij, kjer je nekoč stalo vseh 61 glavnih mejnikov rapalske meje na naših tleh; nekateri so ostali tam do danes. Pri tistih, ki jih ni več, je večinoma opisano tudi, kaj se je z njimi zgodilo. Če izpostavimo zanimivejše, so bili nekateri vzidani v različna kmetijska poslopja, enega najdemo tudi v Mestnem muzeju Idrija. Poleg glavnih mejnikov je popisana še gradnja vojašnic in drugih objektov iz Alpskega zidu, ki naj bi rapalsko mejo takrat branil na italijanski strani, kot tudi bunkerjev Rupnikove linije, ki naj bi mejo branili na jugoslovanski strani. Nekatere vojašnice so se ohranile, ker so jih kasneje predelali v planinske koč, drugi objekti, kot so bunkerji, pa so bili zidani tako trdno, da še vedno kljubujejo zobu časa.

Zgodovinski del knjige govori o vojaških ostankih in njihovi umestitvi v zgodovinski kontekst, prinaša pa tudi pričevanja domačinov o življenju na obeh straneh meje. Tako izvemo, kako je potekala italijanizacija in kako so takrat živeli Trentarji, kako so tihotapili različno blago čez mejo (kontrabant), spoznamo tragične zgodbe ljudi, katerih družinske vezi je pretrgala meja, in druga pričevanja. Zato knjiga ponuja vseskozi zanimivo branje, ki odstira marsikatero tančico zgodovine iz obdobja od 1920. do pričetka druge svetovne vojne.

Edino, kar knjigi morda manjka, so podrobnejši kartografski prikazi posameznih opisanih poti do glavnih rapalskih mejnikov. Pri tem pa si lahko pomagamo z različnim kartografskim gradivom, ki je naštetu ob vsakem opisu poti, oziroma s spletnim pregledovalnikom Zgodovinskega društva Rapalska meja (<https://www.rapalskameja.si/zemljevid/>). Pregledovalnik omogoča lociranje tudi manjših in mnogo številčnejših objektov na obeh straneh rapalske meje, ki niso opisani v knjigi, kot so puškomitralješka gnezda, skladišča in zaklonišča.

Dodatna odlika knjige je, poleg zanimivega prepleta zgodovinskih zgodb in vodniških opisov, bogato slikovno gradivo, ki nam omogoča enostavno terensko razpoznavo v knjigi navedenih objektov v stanju, kot jih lahko vidimo danes. Zato je knjiga tudi s tega vidika pomembno delo, saj priča o ohranjenosti objektov, ki bi jih lahko v prihodnosti vpisali v register kulturne dediščine.

Nazadnje gre še enkrat vsa pohvala avtorju za sistematično in veliko delo, ki ga je opravil pri odstranju pozabljene zgodovine in približanju rapalskih mejnikov širšemu krogu planincev in pohodnikov.

Literatura in viri:

Lisec, A., Dajnko, J., Flogie Dolinar, E., Čeh, M. (2020). Mreža meja in mejnikov: Nominacija za Unescovo svetovno dediščino. *Geodetski vestnik*, 64 (3), 403–415. http://www.geodetski-vestnik.com/64/3/gv64-3_lisec.pdf, pridobljeno 30. 8. 2021.

Spletni pregledovalnik Zgodovinskega društva Rapalska meja. <https://www.rapalskameja.si/zemljevid/>, pridobljeno 30. 8. 2021.

Triglav Čekada, M., Jenko, M. (2020). Načini stabilizacije trigonometričnih točk skozi čas v Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 64 (4), 469–488. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2020.04.469-488>

Triglav Čekada, M., Oven, K., Radovan, D., Stopar, B., Koler, B., Kogoj, D., Kuhar, M., Lisec, A., Sterle, O., Režek, J. (2021). Stalna geodetska znamenja kot temelj za delovanje geodetske stroke. *Geodetski vestnik*, 65 (2), 299–310. http://www.geodetski-vestnik.com/65/2/gv65-2_cekada.pdf, pridobljeno 30. 8. 2021.

doc. dr. Mihela Triglav Čekada, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije in

Univerza v Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

e-naslov: mihaela.triglav@gis.si

NOVICE IZ STROKE NEWS FROM THE FIELD



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

GEODETSKA UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE

NOVICE GEODETSKE UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE

ZASEDANJE STROKOVNJAKOV ZA UPRAVLJANJE GEOPROSTORSKIH INFORMACIJ – UN-GGIM

Enajsto zasedanje Odbora strokovnjakov za upravljanje geoprostorskih informacij, ki deluje v okviru OZN (UN-GGIM), je tudi letos potekalo v okrnjeni virtualni obliki. Izvedeno je bilo v treh dvournih srečanjih, ki so bila v dneh 23., 24. in 27. avgusta 2021. Kljub manjšemu obsegu je bilo obravnavanih več ključnih in kritičnih vprašanj, povezanih z upravljanjem geoprostorskih informacij po vsem svetu. V zadnjem letu dni je odbor UN-GGIM izvedel številne pomembne dejavnosti, o katerih je bilo poročano na enajstem zasedanju. Obravnavane so bile naslednje teme:- krepitev institucionalne ureditve upravljanja geoprostorskih informacij – oblikovan je bil dokument z izhodišči za pripravo naslednjega poročila ekonomsko-socialnemu svetu (ECOSOC);

- integriran okvir geoprostorskih informacij (IGIF) – sprejet je bil strateški načrt za delo skupine visokih predstavnikov za izvajanje okvira IGIF;
- kako geoprostorske informacije podpirajo cilje trajnostnega razvoja in obveščajo o njih;
- trajnost in kakovost globalnega geodetskega referenčnega okvira;
- izvajanje globalnega statističnega geoprostorskega okvira – dopolnjen je bil priročnik za vzpostavitev globalnega statističnega geoprostorskega okvira;
- izvajanje okvira za učinkovito upravljanje zemljišč in uporabe standardov na področju prostorskih podatkov – nastal je osnutek priročnika o pomenu standardizacije pri upravljanju prostorskih podatkov;
- izvajanje strateškega okvira za geoprostorske informacije in storitve ob naravnih nesrečah – potrjen je bil delovni načrt do leta 2023 in predstavljen osnutek strateškega okvira;
- napredek in dejavnosti regionalnih odborov in delovnih skupin – generalni direktor Geodetske uprave RS je v vlogi predsedujočega evropskemu regionalnemu odboru podal poročilo o delu UN-GGIM Evropa.

Poročila o vsebini posameznih obravnavanih točk ter drugi dokumenti in zaključki so na voljo na spletni strani: <https://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/11th-Session/documents/>.

Vir: Geodetska uprava RS

POROČILO O SLOVENSKEM TRGU NEPREMIČNIN ZA LETO 2020

Leta 2020, ki ga je v vseh pogledih zaznamoval covid-19, je bil obseg trgovanja na slovenskem nepremičninskem trgu manjši kot pred epidemijo, cene nepremičnin pa so še naprej rasle. V letu 2021 se je

promet z nepremičnimi zmanjševal do februarja, ko je prenehala prepoved opravljanja terenskih ogledov nepremičnin. Po normalizaciji poslovanja je število transakcij z nepremičninami poskočilo in bilo aprila že na približno enaki ravni kot v letu pred epidemijo. Glede na predhodne podatke pa se je rast cen stanovanjskih nepremičnin letos celo nekoliko pospešila.



Slika 1: Poročilo o slovenskem trgu nepremičnin za leto 2020 (vir: GURS).

odstotkov. Število transakcij z zazidljivimi zemljišči se je lani kljub epidemiji celo povečalo, in sicer v primerjavi z letom 2019 za 4 odstotke. To je predvsem posledica vse večjega povpraševanja po zemljiščih za gradnjo družinskih hiš, ki se tako kot povpraševanje po stanovanjskih hišah zaradi visokih cen stanovanj v večjih mestih vse bolj seli na njihovo obrobje oziroma v okolico.

Na povpraševanje po stanovanjskih nepremičninah in zemljiščih za njihovo gradnjo in ponudbo epidemija torej ni imela večjega vpliva. Povpraševanje po stanovanjskih nepremičninah in zemljiščih za njihovo gradnjo je ostalo veliko, ponudba z novogradnjami pa še vedno zaostaja za povpraševanjem. Tako v urbanih središčih in na turistično zanimivih območjih povpraševanje precej presega ponudbo in cene nepremičnin rastejo. Veliko povpraševanje po stanovanjskih nepremičninah kljub visokim cenam vzdržujejo predvsem zgodovinsko nizke obrestne mere in veliki prihranki prebivalstva. Nizke obrestne mere spodbujajo tako nakupe nepremičnin za lastno uporabo kot naložbene nakupe in investicije v gradnjo novih stanovanj za tržno prodajo.

Na ravni države so bile cene stanovanjskih nepremičnin in zemljišč za njihovo gradnjo leta 2020 v primerjavi z letom 2019 višje za 3 do 4 odstotke. Cene nepremičnin so bile lani višje tako rekoč povsod po državi, verjetno pa so zaradi epidemije vendarle zrastle nekoliko manj kot bi sicer. Rast cen stanovanjskih nepremičnin se je nadaljevala tudi v prvem četrtletju letošnjega leta. Poleg omejene ponudbe novih stanovanj na rast cen stanovanjskih nepremičnin pri nas vse bolj ustvarja pritisk tudi občutna rast cen

Število realiziranih transakcij s stanovanjskimi nepremičninami (stanovanja v večstanovanjskih stavbah in stanovanjske hiše) se je lani v primerjavi z »normalnim« letom 2019 na ravni države zmanjšalo za 17 odstotkov, število transakcij s poslovnimi nepremičninami (pisarne in lokali) pa kar za 30 odstotkov. Zmanjšanje števila transakcij s stanovanjskimi nepremičninami je bilo skoraj izključno posledica omejevalnih ukrepov države za zajezitev epidemije, ki so večino časa omejevali tudi normalno poslovanje z nepremičninami. Povpraševanje po stanovanjskih nepremičninah se med epidemijo namreč ni zmanjšalo. Večji padec števila transakcij s poslovnimi nepremičninami pa kaže, da se je zaradi negotovosti poslovnih subjektov glede gospodarskih posledic epidemije zmanjšalo povpraševanje po poslovnih nepremičninah.

Skupno število transakcij s kmetijskimi in gozdni-mi zemljišči je lani na ravni države upadlo za 12

gradbenega materiala, ki je predvsem posledica svetovnega zviševanja cen transporta in surovin zaradi pandemije.

Razlike v cenah nepremičnin po Sloveniji so velike in se zaradi razlik v rasti cen po obratu cen iz leta 2015 še povečujejo. Najvišje so cene nepremičnin v Ljubljani, v gorenjskih in obalnih turističnih krajih (Kranjska Gora, Bled, Portorož, Piran), v okolici Ljubljane (Lavrica, Škofljica, Brezovica, Grosuplje, Domžale, Trzin, Mengeš, Medvode) in v Kranju. Na teh območjih so praviloma cene nepremičnin v zadnjih petih letih tudi najbolj zrasle. Z izjemo obalnega območja, kjer sicer še vedno visoka rast cen ni bila med najvišjimi, tako da so cene stanovanjskih nepremičnin v Kranjski Gori in na Bledu v zadnjem času že presegle tiste v obalnih krajih.

Poročilo je dostopno na Portalu množičnega vrednotenja.

Vir: Geodetska uprava RS

OBNOVLJENA DRŽAVNA GEODETSKA TOČKA 1. REDA – KUCELJ

Geodetska uprava je v skrbi za zaščito aktualnih in zgodovinskih geodetskih znamenj letos skupaj z občino Grosuplje obnovila državno geodetsko točko 1. reda 173 – Kucelj. Ob praznovanju občinskega praznika, dneva državnosti in 30-letnice samostojne Slovenije je na stolpu točke zaplapolala tudi slovenska zastava. Izobesila sta jo predsednik vlade Janez Janša in župan dr. Peter Verlič.



Slika 2: Obnovljena državna geodetska točka 1. reda na Kucelju (vir: Občina Grosuplje).

Vir: Geodetska uprava RS

EVROPSKI FORUM ZA GEODEZIJO

Pododbor za geodezijo (SCoG), ki deluje v okviru pobude Združenih narodov za globalno upravljanje geoprostorskih informacij (UN-GGIM), je skupaj z evropskim regionalnim odborom UN-GGIM – Evropa dne 23. junija 2021 organiziral Evropski forum za geodezijo z naslovom *Evropski prispevek na poti proti trajnostnemu svetovnemu geodetskemu referenčnemu okviru*.

Uvodni nagovor udeležencem je imel, v vlogi predsedujočega izvršilnemu odboru UN-GGIM Evropa, generalni direktor geodetske uprave Tomaž Petek. V nastopu je izpostavil pomen resolucije z naslovom Globalni geodetski referenčni okvir za trajnostni razvoj, s katero je generalna skupščina Združenih narodov (OZN) februarja 2015 prepoznala pomen globalno usklajenega pristopa h geodeziji in geoinformatiki. Šest let po sprejetju resolucije države članice OZN vzpostavljajo globalni geodetski referenčni okvir in ustanavljajo globalni geodetski center odličnosti.

Osrednji del **Evropskega foruma za geodezijo** je bila predstavitev in razprava o dveh ključnih dokumentih, ki jih je pripravil pododbor za geodezijo pri UN-GGIM (SCoG):

- Stališče o vzdrževanju globalnega geodetskega referenčnega okvira,
- Koncept o vzpostavitvi globalnega geodetskega centra odličnosti.

Vir: *Geodetska uprava RS*

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo



NOVICE FAKULTETE ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO UNIVERZE V LJUBLJANI

UL FGG GOSTILA 32. SEDLARJEVO SREČANJE



V petek, 17. 9. 2021, je Društvo urbanistov in prostorskih planerjev na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani izvedlo svoje že 32. Sedlarjevo srečanje z naslovom Urbanistično načrtovanje skozi prizmo pandemije – izzivi in predlogi.

Tema letošnjega srečanja je bila pandemija covida in njeni vplivi na urejanje prostora ter vloga stroke pri tem. V Sloveniji se prav tako nismo mogli izogniti kratkoročnim učinkom pandemije, za katere pa že vemo, da bodo lahko srednje- in dolgoročno ogrožali blaginjo in kakovost življenja. V DUPPS želimo skupaj s prostorskimi in urbanističnimi planerji prispevati k izvajanju ciljev trajnostnega prostorskega razvoja za bolj zeleno in bolj odporno Slovenijo in Evropo, razvoja, ki bo temeljil na strokovnih podlagah in odločitvah. Le tako lahko ustvarjamo prožnejše urbane sisteme in kakovostnejše urbano-ruralne odnose v širših funkcionalnih urbanih območjih, ki bodo tudi s pomočjo prostorskega planiranja pripomogle k boljšemu okrevanju po pandemiji in boljši pripravljenosti na prihodnje, do sedaj še neznane izzive. S tem sledimo evropski zvezi prostorskih planerjev (ECTP_CEU, <http://www.ectp-ceu.eu/index.php/en/>), ki je sprejela deklaracijo za vključujočo in pravično prihodnost po pandemiji za vse (<http://www.ectp-ceu.eu/index.php/en/publications-8/manifesto-2>). Z njo želijo izkoristiti in mobilizirati ustvarjalno moč prostorskih in urbanističnih planerjev pri reševanju aktualne socialne in gospodarske krize. Pandemija je namreč še okrepila neenakosti in razlike ter razkrila krhkost evropskih družb.

Razpravljavci so temo obravnavali na podlagi aktualnih prostorskih in urbanističnih vprašanj, ki so se pokazala že v prvem, še bolj pa v drugem valu pandemije. Teme prispevkov so se nanašale na sedanjí položaj, vplive prvega in drugega vala na kakovost bivanja ter prostorski razvoj urbanega (in podeželskega) prostora. Avtorji so razmišljali o prihodnji organizaciji (razmeščanje in izvajanje) dejavnosti v prostoru in načenovali vprašanja o vplivih pandemije na prihodnji prostorski razvoj.

Dogodek je bil uspešen tako zaradi dobrih prispevkov kot zaradi številnega občinstva. Vseh udeležencev



Slika 1: Nagovor predsednice DUPPS.



Slika 2: Udeleženci na UL FGG:

je bilo točno sto, od tega nekaj čez petdeset v dvorani, preostali pa na Zoom povezavi. Zaključki, ki smo jih oblikovali na koncu, bodo skupaj z vsemi prispevki in slikovnim gradivom kmalu objavljeni na spletni strani DUPPS (<http://www.dupps.si/>).

Zapisała: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek, predsednica DUPPS

NOVICE IZ NEWS FROM GEODETSKIH DRUŠTEV PROFESSIONAL SOCIETIES



NOVICA ZVEZE GEODETOV SLOVENIJE,

49. GEODETSKI DAN V KOPRU



V organizaciji Zveze geodetov Slovenije in Primorskega geodetskega društva je dne **16. septembra 2021 v Kopru** potekal **49. Geodetski dan z naslovom *Izzivi digitalne preobrazbe katastra***. Dogodek je bil organiziran v sodelovanju z Ministrstvom za okolje in prostor RS in Geodetsko upravo RS, Fakulteto za gradbeništvo

in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani, Geodetskem inštitutom Slovenije, Inženirsko zbornico Slovenije ter Združenjem geodetskih izvajalcev GIZ-GI. Posvet je bil zaradi zdravstvenih razmer izveden kot spletna konferenca, organizatorji, predavatelji in vabljeni gostje pa smo se ob upoštevanju ukrepov NIJZ in predložitvi potrdila PCT zbrali v prostorih **Gledališča Koper**, od koder je bil dogodek predvajan v živo.

Uvodni govor je podal **mag. Gregor Klemenčič** (predsednik Zveze geodetov Slovenije). S posnetim videom je udeležence nagovoril **mag. Andrej Vizjak**, minister za okolje in prostor. Oba sta se dotaknila pomena kakovostnih podatkov digitalnega katastra za posameznika in samo družbo in gospodarski razvoj, saj je kataster med drugim temelj za načrtovanje in umeščanje objektov v prostor.



Slika 1: Pozdravni govor predsednika Zveze geodetov Slovenije mag. Gregorja Klemenčiča (levo) ter vabljeni nagovor ministra za okolje in prostor mag. Andreja Vizjaka (desno).



Slika 2: Pozdravni govor direktorja Geodetske uprave RS Tomaža Petka (levo) ter predsednika Primorskega geodetskega društva Aleša Novaka (desno).

Sodelujoče sta v nadaljevanju pozdravila še Tomaž Petek, generalni direktor Geodetske uprave Republike Slovenije, in Aleš Novak, predsednik Primorskega geodetskega društva.

V prvem sklopu predavanj smo se udeleženci seznanili z res velikimi dosežki systemskega razvoja kakovostnega zemljiškega katastra v Prekmurju, o čemer je govoril **dr. Joca Triglav** z OGU Murska Sobota. Predstavil je zanimiv katastrski arhiv ter predvsem njihov sistematični pristop k izboljševanju kakovosti celotnega katastra na območju OGU Morska Sobota, pri čemer je izpostavil pomen množičnih novih izmer in komasacij pri zagotavljanju kakovosti katastrskega sistema. Medtem ko so se nove izmere izvajale predvsem v preteklosti, so komasacije v Prekmurju že celo stoletje izredno prepoznan in razširjen katastrski postopek.



Slika 3: Predavanji dr. Joca Triglava (levo) in dr. Daniela Stuedlerja (desno).



Slika 4: O 100-letnem razvoju podjetja Leica je na daljavo predavala Metka Majerič.

Sledili sta predavanji gostov iz Švice, in sicer **dr. Daniela Steudlerja** z zveznega urada za topografijo Swisstopo ter **Merke Majerič iz podjetja Leica**. Dr. Daniel Steudler, ki je na mednarodni ravni izredno priznan strokovnjak na področju katastra in zemljiške administracije, in je tudi častni član mednarodne zveze geodetov FIG, je predstavil 200-letni razvoj katastra v Švici ter izzive, s katerimi se na eni strani srečujejo v Švici, ter širše izzive, pred katere geodetsko stroko postavljajo zeleni dogovor, trajnostni razvoj in digitalna družba. Metka Majerič pa nas je za konec uvodnega dela popeljala po 100-letni zgodovini razvoja podjetja Leica.

Drugi sklop predavanj je bil namenjen predstavitvi novosti na področju katastrov in prostorskih informacijskih sistemov v državni upravi v Sloveniji. Tako so nam kolegi z Geodetske uprave RS predstavili novosti na področju prenove nepremičninskega informacijskega sistema (mag. Ema Pogorelčnik s sodelavci) ter vzpostavitve sistema za zajem dejanske rabe zemljišč (Matevž Ahlin). Dr. Damjan Doler z ministrstva za okolje in prostor je predstavil razvoj na področju vzpostavitve digitalnega okolja v podporo procesom v prostoru. Zaključni del tega sklopa predavanj je bil namenjen predstavitvi izzivov v povezavi z izdajanjem soglasij pri spreminjanju parcelnih mej – zanimivo predavanje, ki so ga pripravili avtorji različnih institucij, predstavil pa ga je mag. Tomaž Černe iz podjetja IGEA.

Tretji sklop predavanj je bil posvečen tehnološkim izzivom. O pomenu kakovostnega referenčnega koordinatnega sistema je spregovoril dr. Oskar Sterle s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG). Sledilo je predavanje Saške Kramar z Geodetskega zavoda Celje, ki je podala osnovne informacije o spremembah za izvajalce geodetskih storitev ob uvajanju novega informacijskega sistema za kataster. Na Geodetskem inštitutu Slovenije ter Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani se razvojno ukvarjajo tudi s področjem uporabe naprednih algoritmov za detekcijo objektov na satelitskih in letalskih posnetkih, o čemer sta predavala Simon Šanca in Bujar Fetai. V zaključnem delu



Slika 5: Povabilo Saške Kramar na 50. Geodetski dan (levo) in organizacijski odbor 49. Geodetskega dneva v Kopru (desno).

smo slišali zanimivo predavanje Matica Kotnika iz CGS Land, ki je s soavtorji predstavil izzive razvoja BIM za geodetsko stroko. Mag. Nika Mesner in dr. Tomaž Šturm pa sta sklenila posvet s predstavitvijo geoportala Agencije za komunikacijska omrežja in storitve Republike Slovenije kot zanimive rešitve GIS v podporo transparentnosti pri odločitvah v prostoru.

Po predavanjih je **Saška Kramar** v imenu Celjskega geodetskega društva povabila na **50. Geodetski dan v Celju**. V upanju, da se takrat res vidimo v živo, smo seveda z veseljem sprejeli vabilo na ta jubilejni dogodek.

Za Primorsko geodetsko društvo in Zvezo geodetov Slovenije zapisal:

Novak, predsednik Primorskega geodetskega društva, e-naslov: ales.novak@gov.si

REDNA LETNA SKUPŠČINA ZVEZE GEODETOV SLOVENIJE 2021

Izvršni odbor Zveze geodetov Slovenije je na svoji 3. redni seji potrdil sklic letošnje skupščine, ki je potekala 22. junija 2021 v prijetnem okolju dolenskih vinogradniških gričev na obronkih Novega mesta (Srednje Grčevje). Ukrepi in pogoji, povezani z epidemijo covid-19, so nam omogočali, da smo skupščino izvedli v živo, s prisotnostjo delegatov. Na izredno lepi lokaciji nas je pričakalo vroče poletno sonce, zato nam je pred uradnim začetkom še kako prijala ohladitev v kleti in dobrodošlica našega gostitelja Matjaža Pavlina.

Po otvoritvi in ugotovitvi prisotnosti, ki je bila večinska, je predsednik Zveze geodetov Slovenije predal vodenje skupščine dr. Tilnu Urbančiču.

Potekala je po naslednjem dnevnem redu:

1. Poročilo ZGS za leto 2020
2. Program ZGS za leti 2021 in 2022
3. Izvolitev nadomestnega člana Nadzornega odbora ZGS
4. Strokovno predavanje
5. Razno

Predsednik zveze geodetov Slovenije je podal poročila in predstavil program pri prvih dveh točkah,

skupščina jih je sprejela soglasno. V programu dela za leti 2021 in 2022 so bile izpostavljene naslednje ključne aktivnosti:

- organiziranje 49. Geodetskega dneva 2021 in jubilejnega 50. Geodetskega dneva 2022,
- zagotoviti izdajanje Geodetskega vestnika,
- strategija geodetske stroke,
- strokovno delovanje in promocija delovanja,
- izvedba delavnic, v sodelovanju z društvi,
- vsebinska dopolnitev spletnih strani ZGS,
- delovanje sekcij.

Na predlog Dolenjskega geodetskega društva je bil za nadomestnega člana nadzornega odbora predlagan mag. Janez Slak, skupščina ga je potrdila soglasno. Pod točko razno je bila razprava o geodetski zbirki na gradu Bogenšperk.

Uradnemu delu skupščine je sledilo motivacijsko predavanje gospe Irene Potočar Papež. Preostanek popoldneva smo preživeli v sproščenem vzdušju ob domači dolenjski hrani in žlahtni kapljici.

Za Zvezo geodetov Slovenije zapisal:

mag. Gregor Klemenčič, predsednik Zveze geodetov Slovenije, e-naslov: zveza.geodetov.slovenije@gmail.com.

DELOVNI TEDEN IN GENERALNA SKUPŠČINA MEDNARODNE ZVEZE GEODETOV FIG 2021



Slika 1: Logotip letošnjega delovnega tedna z ilustracijo skupine *Get Kids Into Survey*, ki naj bi prispevala k promociji stroke med mladimi (vir: <https://www.fig.net/fig2021>).

Konec junija je bil na daljavo izveden delovni teden FIG (*FIG Working Week*), in sicer z naslovom *Pametni geodeti za upravljanje zemljišč in voda – Izzivi v novi realnosti*. Dogodek je enako kot lani gostila Nizozemska z vodilnim partnerjem *Kadatsers* iz Apledoorna, od koder so vodstvo FIG-a in lokalni organizatorji v celoti koordinirali program. Programsko dogodek ni bil popolnoma primerljiv s tistimi, ki so se izvajali v preteklosti. Omejili so število predstavitev in dali poudarek na diskusiji v okviru predstavitev, tematskih delavnic in okroglih miz. Veliko časa je bilo namenjenega tudi diskusijam v manjših skupinah, seveda

prav tako na daljavo, a je bil odziv kljub temu izjemen. Celoten program s predstavitvami in članki je dosegljiv na spletni strani <https://www.fig.net/fig2021>. Organizatorji in udeleženci so skupnega mnenja, da z delom na daljavo ni mogoče nadomestiti srečanja v živo, je pa bila možnost sodelovanja na daljavo zagotovo dobrodošla za vse, ki si v preteklosti udeležbe niso mogli privoščiti zaradi potnih stroškov – na dogodku je namreč sodelovalo več kot 1300 udeležencev iz 110 držav, kar je izreden uspeh. Hibridne izvedbe kongresov in podobnih dogodkov bodo, ne glede na pandemično sliko v svetu, zagotovo postale stalna praksa.

V okviru delovnega tedna *FIG Working Week* je med 20. in 25. junijem potekala tudi generalna skupščina mednarodne zveze geodetov FIG, pri čemer je bila lani odpovedana 43. združena z letošnjo redno 44. skupščino. Tudi letos je močan pečat na dogodku pustila pandemija, saj je potekal na daljavo, srečanje pa je enako kot lani gostila Nizozemska. Na sami skupščini smo sodelovali delegati iz 73 članic, torej tudi Zveze geodetov Slovenije. Za obdobje 2021–2024 sta bila med drugim izvoljena člana sveta FIG (*FIG Council*), in sicer *Mikael Lilje* iz Švedske in *Kwame Tenadu* iz Gane, zagotovo pa bo zanimivo naslednje leto, ko bodo volitve za novega predsednika, vodstvu v sedANJI sestavi namreč potečejo kar trije mandati:

- predsednik:
 - prof. dr. Rudolf Staiger (2019–2022), Nemčija,
- sopredsedujoči:
 - dr. Diane Dumashie (2019–2022), Združeno Kraljestvo,
 - prof. dr. Jixian Zhang (2019–2022), Kitajska,
 - g. Mikael Lilje (2021–2024), Švedska,
 - g. Kwame Tenadu (2021–2024), Gana.

Na *generalni skupščini FIG* smo izvolili tudi vodje komisij za mandat 2023–2026, z novim predsednikom, ki bo izvoljen naslednje leto, bodo tako sodelovali:

- komisija 1: Strokovni standardi in praksa (*Professional Standards and Practice*): Timothy W. Burch, ZDA;
- komisija 2: Strokovno izobraževanje (*Professional Education*): dr. Dimo Todorovski, Nizozemska;
- komisija 3: Upravljanje prostorskih podatkov (*Spatial Information Management*): dr. Sagi Daylot, Izrael;
- komisija 4: Hidrografija (*Hydrography*): dr. Malavige Don Eranda Kanachana Gunathilaka, Šrilanka;
- komisija 5: Pozicioniranje in izmera (*Positioning and Measurement*): dr. Ryan Keenan, Avstralija;
- komisija 6: Inženirska geodezija (*Engineering Surveys*): dr. Werner Lienhart, Avstrija;
- komisija 7: Kataster in upravljanje zemljišč (*Cadastre and Land Management*): dr. Rohan Bennett, Avstralija/Nizozemska;
- komisija 8: Prostorsko planiranje in razvoj (*Spatial Planning and Development*): dr. Kwabena Asiam, Gana;
- komisija 9: Vrednotenje in upravljanje nepremičnin (angl. *Valuation and the Management of Real Estate*): Peter Ache, Nemčija;
- komisija 10: Ekonomika in upravljanje gradnje (*Construction Economics and Management*): dr. Anil Sawhney, Združeno Kraljestvo.

Pandemija je prinesla tudi spremembo glede članic, ki bodo gostile prihajajoče dogodke. Tako bo kongres leta 2022, ki je bil sprva načrtovan v Cape Townu v Južni Afriki, gostila Poljska v Varšavi, s čimer želijo v organizaciji čim bolj omejiti tveganja glede izvedbe kongresa v živo ali vsaj hibridno. Z večino je bil sicer potrjen celoten predlog glede držav gostiteljic delovnih tednov in kongresov za naslednjih pet let, in sicer:

- kongres FIG 2022: Varšava, Poljska;
- delovni teden FIG 2023: Orlando, Florida, ZDA;
- delovni teden FIG 2024: Akra, Gana;
- delovni teden FIG 2025: Brisbane, Avstralija;
- kongres FIG 2026: Cape Town, Južnoafriška republika.

Več informacij o dejavnostih FIG-a, katere članice je tudi Slovenija preko Zveze geodetov Slovenije, je dostopnih na spletni strani FIG: <https://www.fig.net>.

Za Zvezo geodetov Slovenije zapisala:

izr. prof. dr. Anka Lisec, UL FGG – Oddelek za geodezijo; e-naslov: anka.lisec@fgg.uni-lj.si

XXIV. KONGRES ISPRS 2021 – V DIGITALNI OBLIKI

Kongres mednarodne organizacije za fotogrametrijo in daljinsko zaznavanje ISPRS (angl. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*), ki poteka vsako četrto leto, bi moral biti že lani v Nici v Franciji, a je bil zaradi pandemije okrnjen na program predavanj na daljavo, sam kongres pa je bil prestavljen na letos. Vodstvo ISPRS-a se je zaradi negotovih okoliščin že spomladi odločilo, da kongres prestavi še za eno leto, to je v leto 2022, tudi tokrat so spet potekala predavanja na daljavo prek spletne platforme. Vse, ki zanima vsebina predavanj, lepo vabim, da si ogledate spletno stran ISPRS s publikacijami, v katerih so objavljeni članki, ki so bili predstavljeni na letošnjem dogodku:

- krajši strokovni prispevki: <https://www.isprs.org/publications/archives.aspx>,
- recenzirani daljši prispevki: <https://www.isprs.org/publications/annals.aspx>.



Slika 1: Logotip letošnje digitalne izvedbe kongresa ISPRS (vir: <https://www.isprs2020-nice.com>).

Vodstvo ISPRS-a verjame, da bodo lahko v naslednjem letu vendarle izvedli kongres, ki je tudi volilni, v prehodnem obdobju pa je skupščina podaljšala mandat do leta 2022 celotnemu vodstvu in vodjam komisij, o imenih katerih smo poročali leta 2016 s kongresa v Pragi.

Vabljeni torej, da si ogledate zanimive prispevke s področja fotogrametrije, daljinskega zaznavanja in geoinformatike, hkrati pa tudi povabilo k aktivni udeležbi na kongresu ISPRS v naslednjem letu, ki naj bi potekal od 6. do 11. junija 2022.

Za Zvezo geodetov Slovenije zapisala: izr. prof. dr. Anka Lisec, UL FGG – Oddelek za geodezijo; e-naslov: anka.lisec@fgg.uni-lj.si.



STROKOVNA ESKURZIJA ŠTUDENTOV MAGISTRSKEGA ŠTUDIJA GEODEZIJE IN GEOINFORMATIKE TER PROSTORSKEGA NAČRTOVANJA PO SLOVENIJI

Študenti drugega letnika magistrskega študija geodezije in geoinformatike ter prostorskega načrtovanja smo se med 28. junijem in 2. julijem 2021 izobraževali na strokovni ekskurziji po Sloveniji. Ekskurzija je obvezna sestavina obeh magistrskih študijskih programov. Doslej se je v zaključnih letnikih praviloma izvajala v tujini, a tokrat razmere tega niso dopuščale. Namen ekskurzije je bil seznanitev z velikimi infrastrukturnimi projekti (izvedenimi ali v gradnji) ter z vlogo geodetov in prostorskih načrtovalcev pri tem. Poleg tega je bila ekskurzija odlična priložnost za druženje, saj smo se prvič po oktobrskem zaprtju fakultet videli v živo v tolikšnem številu. Ogledali smo si Nordijski center Planica, območje pomorskega prostorskega načrta, mareografsko postajo v Koprju, Krajinski park Sečoveljske soline, Luko Koper in dele trase drugega tira železniške proge Koper–Divjača.

Dan pred odhodom iz Ljubljane smo prisluhnili predavanju arhitekta doc. Aleksandra Saše Ostana na temo trajnostnega načrtovanja prostora v alpskem svetu z naslovom Alpe, bivanje in arhitektura. Predavanje je bilo namenjeno predstavitvi unikatnega alpskega prostora v Sloveniji, s poudarkom na subtilnem umeščanju objektov in drugih posegov v prostor.

Ekskurzijo smo začeli pred Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo in se najprej odpravili na ogled Nordijskega centra Planica, kjer je imel dr. Matjaž Mikoš predavanje o plazju nad Logom pod Mangartom, kjer je drobirski tok leta 2001 zasul in porušil dovršen del naselja. Predstavil je razloge za nastanek plazju, njegov obseg, posledice ter hidrotehnične, gradbene in družbene rešitve za sanacijo območja. Predstavljeno je bilo tudi delovanje strokovnih skupin ob naravnih nesrečah ter vloga strokovnjakov z UL FGG v njih.

Gospod Jure Žerjav iz Nordijskega centra Planica nam je predstavil gradnjo, upravljanje in financiranje tega enkratnega objekta in nas popeljal po vseh pomembnejših objektih in atrakcijah. Kot zanimivost je treba izpostaviti vetrovnik in podzemno smučarsko tekaško progo, ki deluje vse leto. Sledila je predstavitev študenta Davida Purića, ki se je ukvarjal z določitvijo osi žičnice na Bloudkovo velikanko in oceno njene natančnosti ter ugotovil, da se kolesca na 5. stebri prehitro obrabljajo zaradi odmika stebra od načrtovane osi.

Podali smo se na vrh planiške velikanke, kjer je doc. dr. Tilen Urbančič predstavil geodetske meritve na hrbtišču in doskočišču skakalnice. Z geodetsko izmero s terestričnimi laserskimi skenerji se določi geometrija doskočišča, debelina snega na letalnici in odstopanja od geometrije, ki je predpisana s pravilniki FIS. Predstavil je tudi izmere geometrije vodil freze, s katero uredijo smučino na zaletišču in odrivni mizi. Predstavil tudi popravke letalnice v skladu s pravili FIS, ki bi omogočali, da se svetovni pokal v poletih vrne v Planico.



Slika 1: Skupinska slika pred letalnico bratov Gorišek (foto: Alma Zavodnik Lamovšek).

Sledila je vožnja v Koper, kjer nam je naslednje jutro dr. Gregor Čok predstavil osnutek pomorskega prostorskega plana. Pomorski prostorski plan zajema obalni pas in celotno slovensko morje. Območja smo si ogledali tudi z ladje, ki nas je pripeljala do vseh razvojno in varstveno pomembnih predelov. Hkrati smo si v Kopru ogledali mareografsko postajo Koper in njeno nivelmansko mrežo. Dr. Božo Koler je predstavil pomen večletnega spremljanja nivoja morja z mareografsko postajo za določitev novega višinskega in globinskega datuma Slovenije. Predstavil je tudi pomen spremljanja stabilnosti mareografske postaje z večkratno izmero nivelmanske mreže mareografske postaje Koper.

Krajinski park Sečoveljske soline ima površino 750 hektarov in leži na skrajnem jugozahodnem delu Slovenije, tik ob meji z Republiko Hrvaško, v južnem delu občine Piran. Severni del parka, kjer še poteka pridelava soli, se imenuje Lera. Južni dela parka, imenovan Fontanigge, ni več v aktivni uporabi. Piranske soline imajo 700-letno tradicijo pridelave soli, ta še danes večinoma poteka ročno z orodji, ki se niso modernizirala. Mehanizirano je le premikanje vode med kanali in bazeni, kjer se solinarji zanašajo tudi na mehansko prečrpavanje in ne le na plimovanje morja.

Na Leri so aktivna solna polja, namenjena kristalizaciji soli in ločena od polj za zgoščevanje morske vode. Razlika med obema načinoma pridelave soli je v tehnološkem postopku, ki se veže na pripravo slanice, pobiranje in skladiščenje soli ter različna delovna orodja. Skupna značilnost obeh solinskih območij je, da solinarji na dnu solnih polj gojijo petolo, posebno vrsto biosedimenta, ki preprečuje prehajanje morskega blata v sol in jo ohranja čisto, brez primesi.

V petek zjutraj smo imeli voden ogled Luke Koper, kjer smo si ogledali terminale za raztreseni tovor, kontejnerski in avtomobilski terminal. Zapeljali smo se skozi skladiščni prostor in območje pretovarjanja. Spoznali smo celoten proces pretovarjanja tovora in logističnih operacij Luke Koper.



Slika 2: Ročno zbiranje soli (foto: Alma Zavodnik Lamovšek).



Slika 3: Ogled pripravljalnih del na portalu 6. predora na trasi drugega tira železniške proge Koper–Divača (foto: Alma Zavodnik Lamovšek).

Na poti iz Kopra proti Ljubljani smo se ustavili na treh gradbiščih na trasi drugega tira železniške proge Koper–Divača. Na začetku trase, kjer se obstoječa dvotirna železnica priklopi na novi tir v naselju Bertoki, sta celotni projekt predstavila gospod Andrej Štimulak iz 2TDK, Družbe za razvoj projekta, d. o. o., in gospod Peter Jemec iz ELEA iC projektiranja in svetovanja, d. o. o. Ogledali smo si tudi pripravljala dela na portalu 5. in 6. predora. Nov tir bo dolg 27 kilometrov, na trasi bo osem predorov in trije viadukti. Skupna dolžina predorov je 20,8 kilometra, skupna dolžina viaduktov pa 1,3 kilometra. Izgradnja proge je tehnično izredno zahtevna zaradi velikih naklonov, geološke sestave tal ter kraških pojavov na in ob trasi.

Za potrebe gradnje je bilo treba postaviti 22 kilometrov dostopnih cest, ki so bile končane konec leta 2020. Zaključek gradnje drugega tira je načrtovan za leto 2026. Glavni razlogi za nadgradnjo enotirne železnice Koper–Divača so:

- neustreznost sedanje enotirne proge,
- rast pristanišča Luka Koper,
- zahtevani standardi evropskih transportnih omrežij,
- rast tovarnega prometa na avtocestnem omrežju.

Ekskurzijo smo zaključili z ogledom kleti Vinakras v Sežani in pokušino kraških dobrot. V Ljubljano smo se polni novega znanja vrnili v poznih popoldanskih urah. Čeprav nismo šli v tujino, je tudi ekskurzija po Sloveniji ponudila pestro izbiro strokovnih področij, zanimivih tako za študente geodezije in geoinformatike kot tudi za študente prostorskega načrtovanja.

Viri in literatura:

Drugi tir: za razvoj Slovenije (2021). <http://www.drugitir.si/2tdk>, pridobljeno 26. 8. 2021.

Luka Koper (2021). URL: <https://www.luka-kp.si/en>, pridobljeno 26. 8. 2021.

Krajski park Sečoveljske soline (2021). URL <https://www.kpss.si>, pridobljeno 26. 8. 2021.

Zapisala: Valentina Vrhovec

DIPLOME IN MAGISTERIJI NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

OD 1. 5. 2021 DO 31. 7. 2021

MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM DRUGE STOPNJE GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA

Luka Alič Analiza pristopov vzdrževanja katastrskega prikaza na območjih izboljšane grafičnega katastra
Mentor: doc. dr. Marjan Čeh
Somentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec
URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=128114>

Tomo Trepal Sanacija geodetske mreže okrog Osnovne šole Polhov Gradec
Mentor: izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič
Somentor: asist. Gašper Štebe
URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=127483>

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE TEHNIČNO UPRAVLJANJE NEPREMIČNIN

Jernej Pejanovič Zelene površine za potrebe starejših občanov na podeželju
Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek
URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=127195>

Kristina Potočnik Geodetske meritve v kamnolomu Calcit Stahovica
Mentorica: doc. dr. Simona Savšek
URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=127625>

Sašo Weixler Izdelava tematske karte razširjenosti boksa v Sloveniji
Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič
Somentor: doc. dr. Klemen Kozmus Trajkovski
URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=127626>

Vir: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo UL FGG

Za študijski referat: Teja Japelj



SO ORGANIZACIJSKO PODPRLI SPONZORJI

Generalni sponzor



Srebrni sponzor



Bronasti sponzor



Sponzor





30 let
40 mio parcel v produkciji
4 države

30 years
40 mil cadastral parcels in production
4 countries

Upravljamo s prostorom SKUPAJ

Let's manage e-spatially TOGETHER

www.igea.si



GEO SERVIS
Izzive spreminjamo v rešitve

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

Merilna oprema in rešitve za zajem in obvladovanje prostorskih podatkov
Pooblaščen prodajalec in certificirani servisi center **Leica Geosystems**
Geoservis d.o.o. | (01) 586 38 30 | info@geoservis.si | www.geoservis.si

Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Študij na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani je novim generacijam študentov odlično zagotovilo, da bodo svoje poklicne cilje uresničili z opravljanjem zanimivega dela. Izberi si enega od poklicev prihodnosti.

“V ekipi Modri planet je trenutno zaposlenih šest strokovnjakov, imamo tri zunanje sodelavce. Kar polovica pa nas je doštudirala na ljubljanski FG in prav vsak v ekipi je specialist za svoje področje.”

Marko Mesarič
univ. dipl. inž. geodezije, član ekipe Modri planet

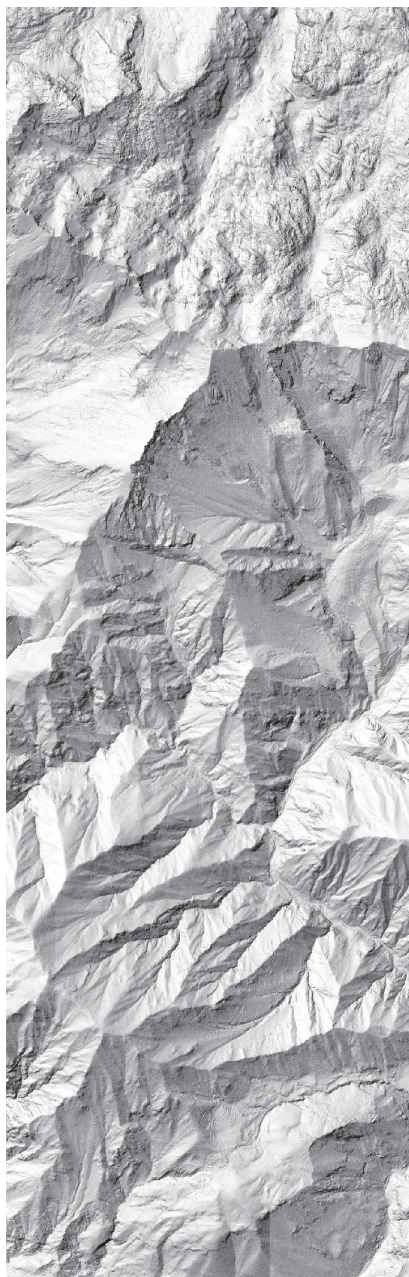


“Med študijem geodezije sem izkoristila vse mednarodne priložnosti, ki jih nudi fakulteta. Zaradi vseh pozitivnih izkušenj v tujini sem si tudi službo poiskala izven Slovenije.”

Ana Jeseničnik
univ. dipl. inž. geodezije, zaposlena v švicarskem podjetju Gemetris SA

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo





Podoba analitičnega senčenja DMR1
Laserskega skeniranja Slovenije 2014-2015

GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE

- Geodetski referenčni sistem, SIGNAL
- Prostorski podatki, statistike in analize
- Nepremičninske evidence in upravljanje z nepremičninami
- Daljinsko zaznavanje, fotogrametrija in lasersko skeniranje
- Hidrografija
- Kartografija
- Geografski informacijski sistemi (GIS)
- Lokacijske storitve in navigacija
- Izdelki za orientacijo in mobilnost ranljivih skupin
- Razvoj kazalnikov in večrazsežna vizualizacija
- Priprava in vodenje mednarodnih projektov
- Izobraževanje
- Izdelava prostorskih maket
- Grafične storitve

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana
tel.: 01 200 29 00, faks: 01 425 06 77, e-pošta: info@gis.si
medmrežje: www.gis.si

Spoštovani,
obveščamo vse deležnike, **da je delo s strankami** na lokacijah GI na Jamovi cesti 2 in Zemljemerski ulici 12 v Ljubljani **za čas grožnje z okužbo s koronavirusom COVID-19 omejeno na telefonsko komunikacijo in poslovanje preko spleta**. Dosegljivi smo na telefonski številki 01 200 29 00 in e-naslovu info@gis.si .

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Geodetski vestnik št. 1, letnik 65 (tiskana različica, v e-r različici so napake odpravljene).

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo
27	23-28	Čas ročne obdelave, v primerjavi s postopkom izdelave klasičnega ortofota, se pri postopku samodejne izdelave popolnega ortofota zmanjša za faktor 0,27, oziroma se pri postopku izdelave popolnega ortofota na podlagi digitalnega modela reliefa in digitalnega modela zgradb poveča za faktor 2,75.	Čas obdelave, v primerjavi s postopkom izdelave klasičnega ortofota, se pri postopku samodejne izdelave popolnega ortofota zmanjša za faktor 0,75, oziroma se pri postopku izdelave popolnega ortofota na podlagi digitalnega modela reliefa in digitalnega modela zgradb poveča za faktor 2,3.
27	23-28	The time of manual work, compared to classical orthophoto production, is lower by the factor 0.27 for automatically produced true orthophoto, and is greater by the factor 2.75 for the true orthophoto based on digital terrain model and digital building model.	The time of work, compared to classical orthophoto production, is lower by the factor 0.75 for automatically produced true orthophoto, and is greater by the factor 2.3 for the true orthophoto based on digital terrain model and digital building model.
42	12-17	Popolni ortofoto, izdelan na podlagi DMR in DMZ, ima v primerjavi s klasičnim ortofotom časovni količnik 2,75, samodejno izdelan popolni ortofota pa ima v primerjavi s klasičnim ortofotom časovni količnik 0,27. To pomeni, da za samodejno izdelavo popolnega ortofota porabimo le približno tretjino časa za ročno delo kot pri izdelavi klasičnega ortofota. Za izdelavo popolnega ortofota, izdelanega na podlagi DMR in DMZ, potrebujemo skoraj trikrat več časa za ročno delo kot pri izdelavi klasičnega ortofota.	Popolni ortofoto, izdelan na podlagi DMR in DMZ, ima v primerjavi s klasičnim ortofotom časovni količnik 2,3, samodejno izdelan popolni ortofota pa ima v primerjavi s klasičnim ortofotom časovni količnik 0,75. To pomeni, da za samodejno izdelavo popolnega ortofota porabimo za približno četrtno časa manj kot za izdelavo klasičnega ortofota. Za izdelavo popolnega ortofota, izdelanega na podlagi DMR in DMZ, potrebujemo približno dvakrat več časa kot za izdelavo klasičnega ortofota.
42	19	Preglednica 2: Čas ročne obdelave	Preglednica 2: Čas obdelave
42	31	1h 50 min; 8 h; 30 min	5h 20 min; 8h 20 min; 4h
42	32	2,75; 0,27	2,3; 0,75

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Geodetski vestnik št. 2, letnik 65 (tiskana različica, v e-r različici so napake odpravljene).

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo
177	6	177–344	177–348
	9	177–344	177–348
180	6	mag. Blaž Mozetič	mag. Gregor Klemenčič
	1,2	Blaž Mozetič, M.Sc.	Gregor Klemenčič, M.Sc.
182	7	298	299
	11	310	311
	15	315	316
	19	319	321
	21	326	329
	23	333	335
300	22	(foto: ???)	(foto: A. Mencin, 2004)
298–318	Spremenjene strani	298, 299 ... 318	299, 300 ... 320



GEODETSKI 2021 VESTNIK

Geodetski vestnik je odprtodostopna revija, ki izhaja štirikrat letno v tiskani in spletni različici. V *Geodetskem vestniku* objavljamo recenzirane znanstvene in strokovne članke, pregledne članke, strokovne razprave ter druga podobna dela s področij geodezije, geodetske izmere, daljinskega zaznavanja, fotogrametrije, geoinformatike, prostorske podatkovne infrastrukture in prostorskega podatkovnega modeliranja, sistemov v podporo odločanju v prostoru, upravljanja zemljišč in prostorskega planiranja. Kot glasilo *Zveze geodetov Slovenije* objavljamo tudi novice v geodetski stroki, kar vključuje novice državne geodetske uprave, novice nacionalnih in mednarodnih strokovnih združenj, poročila o projektih in dogodkih, sporočila članom zveze in podobne zapise.

Več informacij o reviji in navodila za pripravo prispevkov najdete na spletni strani revije www.geodetski-vestnik.com.

Geodetski vestnik is an open access journal, issued quarterly in print and online versions. It publishes double-blind peer-reviewed academic and professional articles, reviews, discussions, and related works from the fields of geodesy, land surveying, remote sensing, photogrammetry, geoinformatics, spatial data infrastructure and spatial data modelling, spatial decision support systems, land management, and spatial planning. As the bulletin of the *Association of Surveyors of Slovenia*, the journal also publishes news in the surveying profession, including news from the surveying and mapping authority of Slovenia, news from national and international professional societies, reports on projects and events, communications to members, and similar reports.

More information about the journal and instructions for authors is available at www.geodetski-vestnik.com.

